R 441/42

ПРОВЕРЕНО

801-11
992

СБОРНИКЪ

ПОЯСНИТЕЛЬНЫХЪ ЗАПИСОКЪ

И РАСЧЕТОВЪ

КЪ ПРОЕКТАМЪ

ПО

СООРУЖЕНІЮ НОВЫХЪ ЛИНІЙ

ОБЩЕСТВА

Рязанско-Уральской ж. д.

1892—1901 г.г.

II томъ.

Государственная
Библиотека
СССР
им. В. И. Ленина
2923-65
2007339406

ОГЛАВЛЕНІЕ.

II томъ.

№№ записокъ по порядку.	№№ листовъ въ альбомѣ	Наименованіе.
		3) Лебедянь-Елецкой линіи.
73	43	Пояснительная записка къ проекту жел. моста чрезъ р. Лебедянь (прол. 15 саж.) на 88 вер.
74	43/44	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Донъ (прол. 3×25 саж.) на 100 вер.
75	44	„ „ „ „ жел. моста чрезъ овр. Корытный (прол. 10+2×15 саж.) на 138 вер.
76	45	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Талицу (прол. 3×10 саж.) на 143 вер.
77	46	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Пальну (прол. 15 саж.) на 150 вер. (На рѣкѣ имѣются плотины).
78	46/47	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Сосну (прол. 3×25 саж.) на 158 вер.
		4) Линія Саратовъ—Переправа.
79	47	Пояснительная записка къ проекту дер. моста чрезъ р. Князевку на 431 вер. (Козлово-Саратовской жел. дор.).
80	47	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Увековку на 433 вер.
		5) Аткарскъ-Вольской линіи.
81	48	Пояснительная записка къ проекту жел. моста чрезъ р. Медвѣдицу (прол. 30 саж.) на 13 вер. (основанія на кессонахъ).
82	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Хорошевку на 19 вер.
83	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Березовку на 27 вер. (На рѣкѣ имѣются плотины).
84	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Сосновку на 45 вер.
85	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Козачку на 48 вер.
86	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Таволожку на 78 вер.
87	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Мал.-Медвѣдицу на 94 вер.
88	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Яблонку на 174 вер.
89	48/49	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Терешку (прол. 2×25 саж.) на 183 вер.
		6) Аткарскъ-Баландинской линіи.
90	—	Пояснительная записка къ проекту дер. моста чрезъ р. Осиновку на 16 вер. и мостовъ чрезъ мельничную канаву на 16 вер. и на 18 вер. на поймѣ р. Медвѣдицы. (На рѣкѣ имѣется плотина).
91	49/50	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Идолгу (прол. 20 саж.) на 31 вер. (основанія на кессонахъ).
92	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Жилую-Рельню на 45 вер. (На рѣкѣ имѣется плотина).
93	50, 51, 52	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Медвѣдицу (прол. 2×25 с.) на 48 вер. (основанія на кессонахъ).
94	52	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Баланду (прол. 20 саж.) на 76 вер. и расчетъ отв. дер. моста на поймѣ р. Баланды. (На рѣкѣ имѣется плотина).
		7) Богоявленскъ-Сосновской линіи.
95	52	Пояснительная записка къ проекту дер. моста чрезъ р. Иловай на 8 вер.
96	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Вишневую на 23 вер.

№№ записокъ по порядку.	№№ листовъ въ альбомѣ.	Наименованіе.
97	—	Пояснительная записка къ проекту дер. моста чрезъ р. Лѣсной-Воронежъ на 33 вер.
98	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Пальной-Воронежъ на 50 вер.
99	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Ярославку на 55 вер.
100	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Ламку на 74 вер.
		8) Пензенской линіи.
		а) Участокъ Пенза-Сердобскъ.
101	58	Пояснительная записка къ проекту жел. путепровода отв. 4 саж. (п. № 1+25) на 1 вер.
102	58	„ „ „ „ жел. путепровода отв. 4 саж. (п. № 3+27) на 1 вер.
103	59	„ „ „ „ жел. путепровода отв. 5 саж. (подъ 2 пути) на 2 в.
104	53, 54, 55	„ „ „ „ жел. мостовъ чрезъ р. Пензу (прол. 2×25 саж.) съ дерев. эстакадой на 2 (съ кессон.) и 5 вер.
105	56/57	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Пензу (прол. 3×10 саж.) на дер. опор. съ дер. эстакад. на 10 вер. (На рѣкѣ имѣется плотина).
106	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Крутецъ на 41 вер.
107	—	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Колышлей (прол. 10 саж.) на дер. опор. съ дер. эстак. на 70 вер.
		б) Участокъ Ртищево-Таволжанка.
108	—	Пояснительная записка къ проекту дер. моста чрезъ р. Изнаиръ на 10 вер.
109	—	„ „ „ „ дер. моста чрезъ р. Малый Кистендей на 31 вер. (На рѣкѣ имѣется плотина).
110	—	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Аркадакъ (прол. 2×10 саж.) на дер. опор. съ дер. эстак. на 44 вер.
111	57/58	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Хоперъ (прол. 50 саж.) на 50 вер. (основанія на кессонахъ).
		9) Раненбургъ-Павелецкой линіи и вѣтви на Астапово.
112	60	Пояснительная записка къ проекту жел. моста чрезъ р. Ранову (прол. 3×15 саж.) на 36 вер. (На рѣкѣ имѣется плотина).
113	60	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Сухую-Полотемну (прол. 2×6+8 саж.) на 49 вер.
114	60	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Мокрую-Полотемну (прол. 2×6+8 саж.) на 57 вер.
115	60	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Ягодную-Рясу (прол. 2×10+15 саж.) на 20 вер. вѣтви на Астапово. (На рѣкѣ имѣется плотина)
		10) Данковъ-Смоленской линіи.
116	61	Пояснительная записка къ проекту жел. моста чрезъ р. Донъ (прол. 2×4+50 саж.) на 2 вер. (На рѣкѣ имѣется плотина).
117	62	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Гнилушу (прол. 2×7+15 с.) на 47 вер.
118	62	„ „ „ „ жел. путепровода (прол. 7 с. косой) на 90 вер. у ст. Волово.
119	63	„ „ „ „ дер. путепровода на кам. опорахъ подъ проселочную дорогу на 132 вер.
120	63	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Плаву (прол. 6+8+25 с.) на 133 вер. (На рѣкѣ имѣется плотина).
121	64/65	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Оку у г. Бѣлева (прол. 2×10+2×45 с.) на 212 вер. (основанія на кессонахъ).
122	65/66	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Жиздру (прол. 2×5+2×35 саж.) на 250 вер. (основанія на кессонахъ).

№№ записокъ по порядку.	№№ листовъ въ альбомѣ.	Наименованіе.
123	67	Пояснительная записка къ проекту жел. путепровода у ст. Сихиничи (прол. 7 с. косой) подъ Москов.-Брянск. ж. дорогою на 278 вер.
124	67	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Дегну (прол. 7 саж.) съ деревянной эстакадой на 351 вер.
125	68	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Прудовую (прол. 10 саж.) на 438 вер.
126	68/69	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Днѣпръ (прол. 2×6+2×15+30 саж.) на 466 вер.
127	70	„ „ „ „ жел. путепровода (прол. 7 саж.) чрезъ Ново-Петербургскую улицу въ г. Смоленскѣ на 498 вер.
		11) Павелецъ-Московской линіи.
128	71	Пояснительная записка къ проекту жел. путепровода (прол. 7 саж.) надъ Сызрано-Вяземской жел. дор. на 6 вер.
129	71/72	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Проню (прол. 2×5+35 с.) на 50 вер. (На рѣкѣ имѣется плотина).
130	72/73	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Осетръ (прол. 2×20 саж.) на 84 вер. (На рѣкѣ имѣются плотины).
131	73	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Смедву (прол. 2×4+20 с.) на 111 вер. (На рѣкѣ имѣется плотина).
132	74/75	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Оку у г. Каширы на 138 в (основанія на кессонахъ) и къ устройству струенаправляющихъ дамбъ у этого моста.
133	75/76	„ „ „ „ уравнительнаго прибора для моста чрезъ р. Оку.
134	77	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Пахру (прол. 2×20 саж.) подъ 2 пути на 211 вер. (На рѣкѣ имѣются плотины).
135	78	„ „ „ „ жел. путепровода (прол. 5 саж.) подъ 4 пути въ г. Москвѣ (у Даниловскаго монастыря) на 235 в.
		12) Кашира-Веневской вѣтви.
136	79	Пояснительная записка къ проекту жел. моста чрезъ р. Мордвесъ (прол. 2×5+8 с.) на 34 вер.
137	80	„ „ „ „ жел. моста чрезъ р. Осетръ (прол. 8+20+6 с.) на 55 вер. (На рѣкѣ имѣется плотина).
		IV. Каменныя трубы.
138	88	Пояснительная записка къ проекту наклонной каменной трубы отв. 0,50 саж. на 227 верстѣ Аткарско-Вольской линіи.
		V. Открытые мостики.
139	94	Пояснительная записка къ проекту открытаго мостика отв. 1 саж. на ст. Саратовъ II 424 вер. (п. № 6).
140	94	„ „ „ „ откр. мостовъ отв. 2,30 саж. на 448 вер. (на пристани въ г. Камышинѣ), съ дер. верхн. строен.
141	94	„ „ „ „ откр. мостика отв. 1 саж. подъ 6 путей на станціи Елецъ Лебедянь-Елецкой линіи.
142	94	„ „ „ „ откр. мостика отв. 1 саж. на 138 вер. Лебедянь-Елецкой линіи (съ подпорной стѣнкой).
143	94	„ „ „ „ дер. моста смѣшанной системы на 154 вер. Лебедянь-Елецкой линіи.
144	95	„ „ „ „ шандорнаго моста на 9 в. Пенза-Серд. линіи.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Къ проекту, утвержденному Г. Инспекторомъ 29 Сентября 1892 года № 195.

На подлинномъ проектѣ написано:

На основаніи § 14 Инструкціи Инспекторамъ строящихся желѣзныхъ дорогъ, настоящій проектъ опоръ и общаго расположенія моста чрезъ р. Лебедянь, отверстіемъ 15 саженъ, утверждаю, за исключеніемъ способа устройства основаній опоръ и глубины ихъ заложенія, каковые имѣютъ быть опредѣлены впослѣдствіи, при приступѣ къ работамъ по возведенію опоръ. Сентября 29 дня 1892 г. № 195.

Подписалъ: Вр. исп. об. Инспектора,
Инженеръ В. Рубанъ.

Съ подлиннымъ вѣрно: Вр. исп. об. Инспектора,
Инженеръ (подписалъ) В. Рубанъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

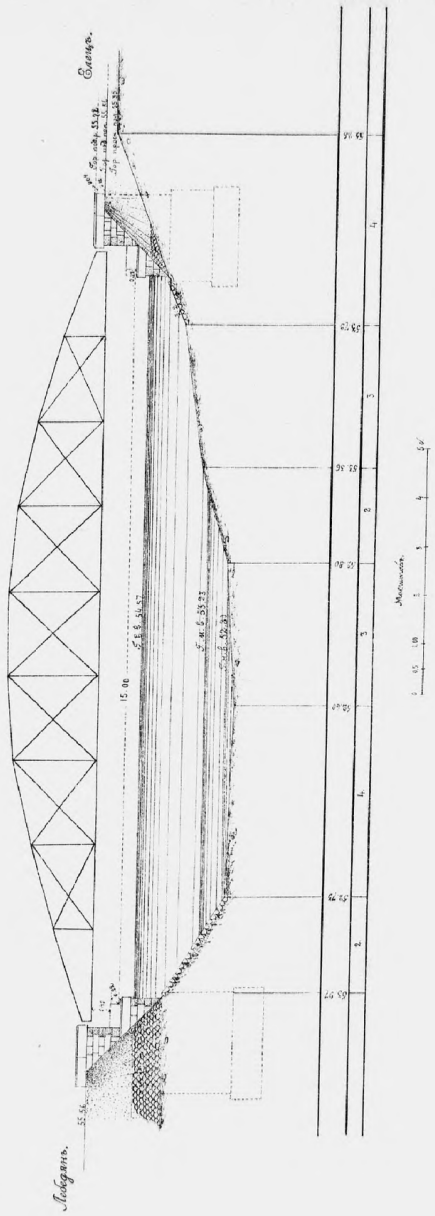
къ проекту моста чрезъ р. ЛЕБЕДЯНЬ,

отверстіемъ 15 саженъ, съ ѣздою по низу,

на 88 верстѣ

Лебедянь-Ѣлецкой линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. И. С. ФЕОКРИТОВА.



Общій видъ моста чрезъ рѣку Лебедянь,
отв. 15,00 саж.
на 88 верстѣ Лебедянь-Елецкой линіи.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ЛЕБЕДЯНЬ,

отверстіемъ 15 сажень, на 88 верстѣ

Лебедянь-Елецкой линіи.

Опредѣленіе отверстія и повѣрка устойчивости устоевъ моста чрезъ рѣку Лебедянь.

Опредѣленіе отверстія моста на рѣкѣ Лебедяни произведено, за неимѣніемъ другихъ данныхъ, по извѣстной площади бассейна, руководствуясь Министерскими данными, слѣдующимъ образомъ:

Площадь бассейна . . . . . 172,05 кв. вер.

Коэффиціентъ по циркуляру Т. И. К. ж. д. отъ 11 Ноября 1877 г. за № 11230 . . . . . 0,06.

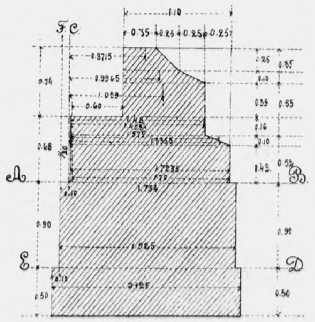
Площадь живого сѣченія весеннихъ водъ 172,05 × ×0,06 . . . . . 10,32 кв. саж.

Горизонтъ высокихъ водъ наблюденъ при отмѣткѣ 53,23. Ширина рѣки по верху при этомъ будетъ 9,20 саж., а площадь живого сѣченія 4,91 кв. саж. Дѣлаемъ мостъ отверстіемъ 15,00 саж. въ виду подпора отъ высокихъ водъ р. Дона. При этомъ отверстіи будемъ имѣть площадь живого сѣченія въ 22,94 кв. саж., т. е. въ $4^1/_2$ раза болѣе вышеопредѣленной.

Повѣрка устойчивости устоевъ моста чрезъ р. Лебедянь.

УСТОЙ СО СТОРОНЫ ЕЛЬЦА.

Устойчивость противъ вращенія и скольженія повѣряется относительно ребра *A* и плоскости *AB*. Опредѣлимъ центръ тяжести верхней части устоя до плоскости *AB*:



Статическій моментъ относительно ребра AC:

$$S=\left(\frac{0,35+0,60}{2}\times 0,25\times 0,88\right)+\left(\frac{0,60+0,85}{2}\times 0,10\times 1,00\right)+$$
$$+(0,16\times 1,45\times 0,76)+(0,85\times 0,39\times 1,06)+\left(\frac{1,45+1,70}{2}\times\right.$$
$$\left.\times 0,10\times 0,81\right)+(1,70\times 0,42\times 0,85)=1,439185 \text{ (саж.)}^3$$

Площадь разрѣза устоя:

$$\Omega=\left(\frac{0,35+0,60}{2}+0,25\right)+\left(\frac{0,60+0,85}{2}\times 0,10\right)+(0,16\times 1,45)+$$
$$+(0,85\times 0,39)+\left(\frac{1,45+1,70}{2}\times 0,10\right)+(1,70\times 0,42)=$$
$$=1,62625 \text{ (саж.)}^2;$$

слѣд. разстояніе центра тяжести отъ ребра AC:

$$\delta=\frac{1,439185}{1,62625}=0,88 \text{ саж.}$$

Моментъ вѣса относительно ребра A:

$$M_1=1,62625\times 1300\times 0,88=1860,43 \text{ пудо-саж.}$$

Распоръ земли Σ и плечо распора E опредѣлимъ по формуламъ:

$$\Sigma=\Psi h(\gamma h+2v),$$

гдѣ: $\Psi={}^1/_2 tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)=0,119$

$$E=h\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v};$$

φ—уголъ тренія или уголъ естественнаго откоса съ горизонтомъ$=38^0$;

h—высота насыпи$=1,42$ саж.;

v—временная нагрузка на квадр. саж. верхней площади, замѣняющая давленіе поѣзда$=643$ пуд.;

γ—вѣсъ кубической сажени земли$=1000$ пуд.

Слѣдовательно:

$$\Sigma=0,119\times 1,42(1000\times 1,42+2\times 643)=457,25988\backsim 457,26 \text{ пуд.}$$

и $E=1,42\times\frac{1000\times 1,42+3\times 643}{3\times 1000\times 1,42+6\times 643}=0,486$ саж.

Моментъ распора земли:

$$M_2=\Sigma E=457,26\times 0,486=222,228 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія:

$$m=\frac{M_1}{M_2}=\frac{1860,43}{222,228}=8,37.$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ скольженія въ плоскости AB, при коэффиціентѣ тренія $f=0,7$:

$$m_1=f.\frac{P}{\Sigma}=\frac{1,62625\times 1300}{457,26}\times 0,7=3,24.$$

Чтобы быть вполнѣ увѣреннымъ въ устойчивости, провѣримъ ее относительно плоскости DE на скольженіе и точки E на опрокидываніе.

Статическій моментъ S^1 относительно ребра EF:

$$S^1=1,62625\times 0,98+1,7325\times 0,96=3,25692 \text{ (саж.)}^3$$

Моментъ вѣса относительно точки E:

$$M_1''=3,25692+1300=4233,996 \text{ пудо-саж.}$$

Распоръ земли Σ' и плечо распора E' при высотѣ насыпи 2,32 саж. будетъ:

$$\Sigma'=0,119\times 2,32(1000\times 2,32+2\times 643)=995,55 \text{ пуд.}$$

$$E'=2,32\times\frac{1000\times 2,32+3\times 643}{3\times 1000\times 2,32+6\times 643}=0,676 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2''=995,55\times 0,676=672,985 \text{ пудо-саж.}$$

и коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе

$$m''=\frac{M_1''}{M_2''}=6,29.$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$m_1''=f.\frac{P}{\Sigma'}=\frac{1,62625+1,7325}{995,55}\times 1300\times 0,7=3,07.$$

Опредѣленіе давленія на каменную кладку, бетонный слой и основаніе.

Давленіе отъ 15 сажен. фермъ передается на подферменные камни размѣрами $0,50\times 0,50$ саж. Площадь подферменнаго камня:

$$0,50\times 0,50\times 84^2=1764 \text{ кв. дюйм.}$$

По плоскости соприкосновенія подферменнаго камня съ кладкой передается давленіе фермъ и подвижной нагрузки

$$\frac{A}{4}=\frac{(38,1+115^*)\times 105}{4}=4018,8 \text{ пуд.}$$

и на одинъ квадратный дюймъ камня:

$$p'=\frac{4018,8}{1764}=2,27 \text{ пуд.}$$

*) Циркуляръ Т. И. К. М. П. С. № 60 за 1884 г.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составляется изъ:

1) Давленія фермъ и подвижной нагрузки $4019 \times 2 = 8038$ пуд.

2) Собственнаго вѣса кладки. . $5{,}3484^{*}) \times 1300 = 6952{,}92$ „

14990,92 пуд.

Площадь, по которой передается давленіе:

$$\Omega = 2(1{,}20 + 1{,}71 \times 84^2 + 0{,}50 \times 1{,}10 \times 84^2) = 36719{,}424 \text{ кв. дюйм.}$$

и на одинъ квадратный дюймъ приходится:

$$p_2 = \frac{14990{,}92}{36719{,}424} = 0{,}408 \text{ пуд.}$$

Давленіе на скалистое основаніе (известнякъ) составится изъ:

1) Давленія въ плоскости AB . . . . . $= 14990{,}92$ пуд.

2) Вѣса остальной кладки $1300 \times 6{,}358 \times 0{,}90 =$ 7438,86 „

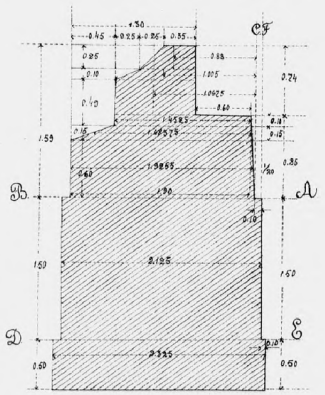
3) Вѣса бетоннаго слоя. . $1300 \times 7{,}507 \times 0{,}50 =$ 4879,55 „

Итого . . 27309,33 пуд.

и на квадратный дюймъ придется:

$$p_3 = \frac{27309{,}33}{7{,}507 \times 84^2} = 0{,}51 \text{ пуд.}$$

УСТОЙ СО СТОРОНЫ ЛЕБЕДЯНИ.



Статическій моментъ относительно ребра AC:

$$S_1 = \left(\frac{0{,}35 + 0{,}60}{2} \times 0{,}25 \times 0{,}88\right) + \left(\frac{0{,}60 + 0{,}85}{2} \times 0{,}10 \times 1{,}01\right) +$$
$$+ (0{,}85 \times 0{,}39 \times 1{,}07) + (0{,}10 \times 1{,}45 \times 0{,}77) + \left(\frac{1{,}45 + 1{,}91}{2} \times\right.$$
$$\left. \times 0{,}15 \times 0{,}88 + \frac{1{,}91 + 1{,}925}{2} \times 0{,}60 \times 0{,}96\right) = 1{,}97032 \text{ (саж.)}^3$$

*) Точный объемъ кладки=5,3484 куб. саж.

Площадь разрѣза устоя:

$$\Omega_1 = \left(\frac{0{,}35 + 0{,}60}{2} \times 0{,}25\right) + \left(\frac{0{,}60 + 0{,}85}{2} \times 0{,}10\right) + (0{,}85 \times 0{,}39) +$$
$$+ (0{,}10 \times 1{,}45) + \left(\frac{1{,}45 + 1{,}91}{2} \times 0{,}15\right) + \left(\frac{1{,}91 + 1{,}925}{2} \times 0{,}60\right) =$$
$$= 2{,}07025 \text{ кв. саж.}$$

и разстояніе центра тяжести отъ ребра AC:

$$\delta_1 = \frac{1{,}97032}{2{,}07025} = 0{,}952 \text{ саж.}$$

Моментъ вѣса относительно точки A:

$$M_1' = 2{,}07025 \times 1300 \times 0{,}952 = 2567{,}524 \text{ пудо-саж.}$$

Распоръ земли Σ_1 и плечо распора E_1 опредѣлятся по формуламъ:

$$\Sigma_1 = \Psi h(\gamma h + 2v)$$

$$E_1 = h\frac{\gamma h + 3v}{3\gamma h + 6v},$$

гдѣ:

$\Psi = 0{,}119$ и $h = 1{,}59$ саж., а остальныя величины имѣютъ предъидущее значеніе.

Тогда:

$$\Sigma_1 = 0{,}119 \times 1{,}59(1000 \times 1{,}59 + 2 \times 643) = 544{,}16796 \backsim 544{,}17 \text{ пуд.}$$

$$E_1 = 1{,}59 \times \frac{1000 \times 1{,}59 + 3 \times 643}{3 \times 1000 \times 1{,}59 + 6 \times 643} = 0{,}517 \text{ саж.}$$

Моментъ распора земли:

$$M_2' = \Sigma_1 E_1 = 544{,}17 \times 0{,}517 = 281{,}336 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія у ребра A:

$$m_1' = \frac{M_1'}{M_2''} = 9{,}12.$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ скольженія въ плоскости AB:

$$m'_2 = f\frac{P}{\Sigma_1} = \frac{2{,}07025 \times 1300}{544{,}17} \times 0{,}7 = 3{,}46.$$

Дѣлаемъ вторую повѣрку относительно ребра E и плоскости DE.

Статическій моментъ относительно ребра EF будетъ:

$$S''' = 2{,}07025 \times 1{,}052 + 3{,}1875 \times 1{,}0625 = 5{,}56876 \text{ (саж.)}^3$$

Моментъ вѣса будетъ слѣдовательно:

$$M_1''' = 5{,}56876 \times 1300 = 7239{,}388 \text{ пудо-саж.}$$

Распоръ земли Σ_1''' при высотѣ насыпи въ 3,09 саж. будетъ:

$$\Sigma_1''' = 0{,}119 \times 3{,}09 \times (1000 \times 3{,}09 + 2 \times 643) =$$
$$= 1609{,}0989 \backsim 1609{,}1 \text{ пуд.}$$

и плечо распора:

$$E_1''' = 3{,}09 \times \frac{1000 \times 3{,}09 + 3 \times 643}{3 \times 1000 \times 3{,}09 + 6 \times 643} = 0{,}874 \text{ саж.}$$

Откуда моментъ распора:

$$M_2''' = \Sigma_1''' \times E_1''' = 1406{,}35 \text{ пудо-саж.}$$

и коэффиціентъ устойчивости:

$$m_1''' = \frac{M_1'''}{M_2'''} = 5{,}14.$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ скольженія въ плоскости DE будетъ:

$$m_2''' = f\frac{P}{\Sigma_1'''} = \frac{2{,}07025 + 3{,}1875}{1609{,}1} \times 1300 \times 0{,}7 = 2{,}97.$$

Опредѣленіе давленія на каменную кладку и основаніе.

Давленіе, передаваемое на кладку отъ подферменныхъ камней не превышаетъ, по предъидущему, допускаемаго.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составляется изъ:

1) Давленія фермъ и подвижного состава . . . = 8038,00 пуд.

2) Собственнаго вѣса кладки 6,69*) × 1300 . . = 8697,00 „

16735,00 пуд.

Площадь, по которой передается давленіе:

$$\Omega = (1{,}71 \times 1{,}20 + 0{,}70 \times 1{,}10)84^2 \times 2 = 39824{,}064 \text{ квадр. дюйм.}$$

и на одинъ квадратный дюймъ:

$$p'' = \frac{16735{,}00}{39824{,}064} = 0{,}42 \text{ пуд.}$$

Давленіе на основаніе составится изъ:

1) Предъидущаго . . . . . = 16735,00 пуд.

2) Вѣса остальной кладки: 1300 × 6,838 × 1,50 = 13334,10 „

3) Вѣса бетоннаго слоя: 1300 × 8,0275 × 0,50 = 5217,875 „

35286,975 пуд.

и на квадратный дюймъ придется:

$$p''' = \frac{35286{,}975}{8{,}027 \times 84^2} = 0{,}623 \text{ пуд.}$$

*) Точный объемъ кладки = 6,69 куб. саж.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *П. Журданъ.*

За Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Лятуновъ.*

Составилъ Инженеръ *Г. Викторовъ.*

Къ проекту, утвержденному по журналу Инженернаго Совѣта отъ 2 и 9 Сентября 1892 года, № 33.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ДОНЪ,

отверстіемъ 75 сажень (3 пролета), съ ѣздою по низу,

на 100 верстѣ

Лебедянь-Елецкой линіи.

Копія съ копіи.

На проектѣ моста написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ общаго расположенія и опоръ моста чрезъ р. Донъ на 100 вер. Лебедянь-Елецкой вѣтви, отв. 75 саж., съ тремя равными пролетами, утвержденъ по журналу Инженернаго Совѣта отъ 2 и 9 Сентября (1892 г.) № 33 съ тѣмъ, чтобы способъ устройства и глубины заложенія основаній опоръ моста были опредѣлены Инспекторомъ по соглашенію съ Начальникомъ работъ, по выясненіи качества грунта дополнительнымъ буреніемъ, забивкою пробныхъ свай и по вырытіи котлованов.

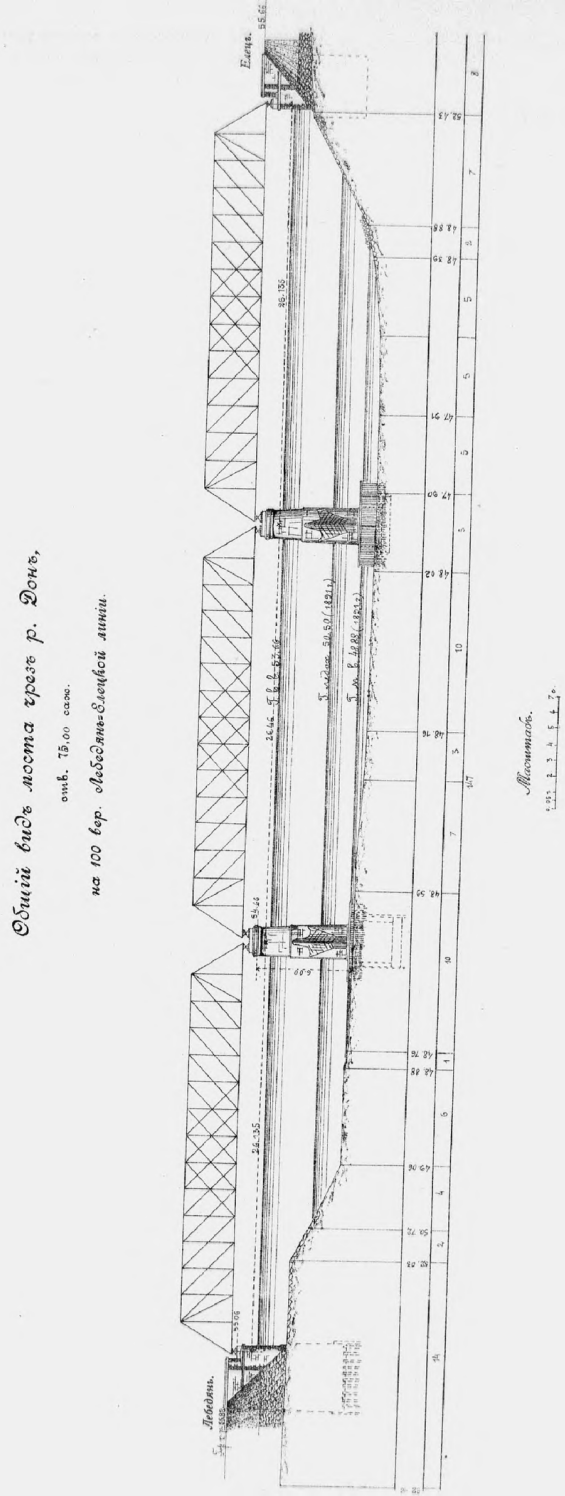
За Директора Вѣрженскій.

Дѣлопроизводитель Деминъ.

Вѣрно: Дѣлопроизводитель (подписалъ) Деминъ.

Съ копіей вѣрна:
Завѣдывающій Чертежною Я. Гильманъ.

Литографія Техн.-Литер. К. Е. Ивановъ



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ДОНЪ,

отверстіемъ 75 сажень, на 100 верстѣ

Лебедянь-Елецкой вѣтви.

Опредѣленіе отверстія моста.

Данныя для опредѣленія расхода воды р. Дона были найдены весною 1891 года наблюденіями надъ скоростями при горизонтѣ воды, соотвѣтствовавшемъ отмѣткѣ 51,59; наблюденія эти дали слѣдующіе результаты:

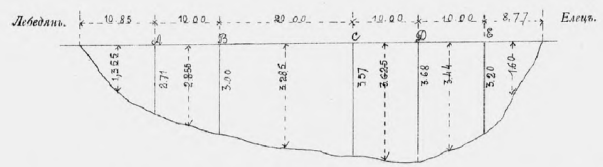
1) Живое сѣченіе русла . . . . . $\omega = 207,67$ кв. с.

2) Подводный периметръ. . . . . $p = 70,97$ саж.

3) Средній радіусъ $\frac{\omega}{p} = R = 2,926^{c}$ . . . . $= 6,244^{m}$.

4) Уклонъ, опредѣленный нивеллировкой . . $i = 0,000022$.

5) Скорости u теченія на поверхности, опредѣленныя при помощи поплавка, въ точкахъ A, B, C, D и E линіи перехода оказались слѣдующія:



$u_a = 1,576'$; $u_b = 2,295'$; $u_c = 2,88'$; $u_d = 2,882'$; $u_e = 2,592'$.

Для опредѣленія средней скорости теченія воды во всемъ сѣченіи русла, при горизонтѣ 51,59, на основаніи найденныхъ скоростей на поверхности, опредѣлимъ среднія скорости на каждой вертикали и соотвѣтствующіе имъ частные расходы воды:

Въ A:

$$u_a = 1,576'; \; v_a = 0,915 \times 1,576 = 1,442';$$

$$\omega_a = \frac{1,355 + 2,71}{2} \times 5,425 + \frac{2,71 + 2,855}{2} \times 5 = 24,9388 \text{ кв. с.};$$

$$\omega_a \cdot v_a = 24,9388 \times \frac{1,442}{7} = 5,137 \text{ кб. с.}$$

Въ $\mathfrak{B}$:

$$u_b = 2{,}295;\ v_b = 0{,}915 \times 2{,}295 = 2{,}0999';$$

$$\omega_b = \frac{2{,}855+3{,}00}{2} \times 5{,}00 + \frac{3{,}00+3{,}285}{2} \times 10{,}00 = 46{,}0625 \text{ к. с.};$$

$$\omega_b . v_b = 46{,}0625 \times \frac{2{,}0999}{7} = 13{,}818 \text{ кб. с.}$$

Въ $\mathfrak{C}$:

$$u_c = 2{,}88;\ v_c = 0{,}915 \times 2{,}88 = 2{,}635';$$

$$\omega_c = \frac{3{,}285+3{,}57}{2} \times 10{,}00 + \frac{3{,}57+3{,}625}{2} \times 5{,}00 = 52{,}2625 \text{ к. с.};$$

$$\omega_c . v_c = 52{,}2625 \times \frac{2{,}635}{7} = 19{,}6729 \text{ кб. с.}$$

Въ $\mathfrak{D}$:

$$u_d = 2{,}882;\ v_d = 0{,}915 \times 2{,}882 = 2{,}637';$$

$$\omega_d = \frac{3{,}625+3{,}68}{2} \times 5{,}00 + \frac{3{,}68+3{,}44}{2} \times 5{,}00 = 36{,}0625 \text{ кв. с.};$$

$$\omega_d . v_d = 36{,}0625 \times \frac{2{,}637}{7} = 13{,}585 \text{ кб. с.}$$

Въ $\mathfrak{E}$:

$$u_e = 2{,}592';\ v_e = 0{,}915 \times 2{,}592 = 2{,}372';$$

$$\omega_e = \frac{3{,}44+3{,}20}{2} \times 5{,}00 + \frac{3{,}20+1{,}60}{1} \times 4{,}385 = 27{,}124 \text{ кв. с.};$$

$$\omega_e . v_e = 27{,}124 \times \frac{2{,}372}{7} = 9{,}191 \text{ кб. с.}$$

$$\frac{\Sigma\omega V_0}{\Sigma\omega} = \frac{61{,}4039}{186{,}4503} = 0{,}329^c = 2{,}303' = V_0$$ — средней скорости всего сѣченія при горизонтѣ 51,59.

Опредѣлимъ теперь для сравненія среднюю скорость въ томъ же сѣченіи русла при горизонтѣ воды 51,59 по формулѣ *Дарси:*

$V = C\sqrt{Ri}$, въ которой, по *Гангилье и Куттеру:*

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \text{ въ метрахъ;}$$

n — коэффиціентъ шероховатости грунта, принятъ $= 0{,}025$.

$$C = \frac{23+40+70{,}454}{1+(23+70{,}454) \times 0{,}01} = 68{,}984;$$

$$\sqrt{Ri} = \sqrt{6{,}244 \times 0{,}000022} = 0{,}0117;$$

и $V = 68{,}984 \times 0{,}0117 = 0{,}80711^m = 2{,}647'$.

Какъ видно, средняя скорость теченія, опредѣленная по этой

формулѣ, весьма близко подходитъ къ найденной въ зависимости отъ непосредственныхъ наблюденій, но болѣе ея, такъ что теоретическій расходъ воды $\Sigma\omega V = 186{,}4503 \times \frac{2{,}647}{7} = 70{,}505 > \Sigma\omega V_0$ приблизительно на 15%, а именно:

$$\frac{\Sigma\omega V - \Sigma\omega V_0}{\Sigma\omega V} = 0{,}148.$$

По *Прони* средняя скорость V сѣченія опредѣлится, въ зависимости отъ найденной наибольшей скорости *u max.* на поверхности, изъ выраженія:

$$V = \frac{7{,}78 + u\ max.}{10{,}34 + u\ max.} \cdot u\ max. = \frac{7{,}78 + 2{,}882 \times 2{,}882}{10{,}34 + 2{,}882} = 2{,}322 \text{ ф.},$$

что вполнѣ подтверждаетъ вѣрность расчета при опредѣленіи средней скорости въ зависимости отъ найденныхъ скоростей на поверхности.

Данными, собранными на мѣстѣ, установлено:

Горизонтъ сам. выс. водъ р. Дона въ 1845 году соотвѣтствовалъ отм. 53,66;

„ „ „ „ „ „ въ 1887 „ „ 53,15.

Чтобы опредѣлить расходъ воды Дона, соотвѣтствовавшій горизонту 53,66, найдемъ по профилю живое сѣченіе русла и поймъ и по формулѣ *Дарси (Гангилье и Куттера)* — среднія скорости.

На прилагаемомъ чертежѣ все живое сѣченіе раздѣлено на три части: главное русло, поймы лѣвую и правую и показаны соотвѣтствующія площади этихъ частей живого сѣченія.

Для главнаго русла имѣемъ:

$$\omega = 148{,}1664 + 207{,}6675 = 355{,}8339 \text{ кв. саж.}$$

$$p = 1{,}58 + 0{,}87 + 70{,}968 + 1{,}86 + 1{,}23 = 76{,}508 \text{ саж.}$$

$$R = \frac{\omega}{p} = \frac{355{,}83}{76{,}508} = 4{,}65 \text{ саж.} = 9{,}923^m;$$

$$V = C\sqrt{Ri}\ ;\ \frac{n}{\sqrt{R}} = 0{,}0079;$$

$$C = \frac{23+40+70{,}454}{1+(23+70{,}454) \times 0{,}0079} = 76{,}785;$$

$$\sqrt{Ri} = \sqrt{9{,}923 \times 0{,}000022} = 0{,}0147$$

и $V = 76{,}785 \times 0{,}0147 = 1{,}1287^m = 3{,}702' = 0{,}52885$ саж.

Для лѣвой поймы:

$\omega_1 = 144{,}8981$ кв. саж.; $p_1 = 111{,}94$ саж.; $R_1 = 1{,}294$ саж. $= 2{,}76^m$

и $V_1 = 0{,}3687^m = 1{,}209'$.

Для правой поймы:

$\omega_2 = 11{,}70$ кв. саж.; $p_2 = 36{,}50$ саж.; $R = 0{,}321$ саж. $= 0{,}685^m$

и $V_2 = 0{,}1127^m = 0{,}3696'$.

Расходъ Q всего сѣченія Дона при горизонтѣ 53,66 найдемъ:

$$Q = \omega . V + \omega_1 . V_1 + \omega_2 . V_2 = 355{,}8339 \times \frac{3{,}702}{7} + 144{,}8981 \times$$

$$\times \frac{1{,}209}{7} + 11{,}70 \times \frac{0{,}3696}{7} = 217{,}523 \text{ кб. с.}$$

Площадь Ω всего сѣченія:

$$\Omega=\omega+\omega_1+\omega_2=512{,}432 \text{ кв. саж.}$$

И средняя скорость всего сѣченія:

$$\frac{Q}{\Omega}=\frac{217{,}523}{512{,}432}=0{,}424 \text{ с.}=2{,}968 \text{ ф.}$$

Какъ видно изъ предыдущаго разсужденія, расходъ воды Дона, при горизонтѣ 53,66, опредѣленный по формулѣ *Дарси*, будетъ ближе къ дѣйствительному расходу, если найденный расходъ умножить на коэффиціентъ 0,87 (1 : 1,15), а потому за расходъ воды Дона слѣдуетъ принять:

$$217{,}523\times0{,}87=189{,}245 \text{ куб. саж.}$$

Средняя скорость въ главномъ руслѣ, безъ поймъ,$=3{,}702'$.

Допуская при устройствѣ сооруженія подпоръ воды въ $2''$, опредѣлимъ среднюю скорость теченія воды подъ сооруженіемъ изъ выраженія:

$$h=\frac{v^2-v_0{}^2}{2g};\ \text{гдѣ } h=2''\text{; } v_0=3{,}702'\text{; } g=32{,}2'.$$

Имѣемъ:

$$\frac{2}{12}\times64{,}4+3{,}702^2=v^2=24{,}4596;$$

откуда $v=4{,}945'=0{,}706$;

Соотвѣтствующее такой средней скорости живое сѣченіе русла подъ мостомъ:

$$\omega=\frac{Q}{\mu v}=\frac{189{,}245}{0{,}90\times0{,}706}=297{,}83 \text{ кв. саж.,}$$

гдѣ μ—коэффиціентъ расхода$=0{,}90$.

Если принять за v_0—среднюю скорость всего сѣченія, а не главнаго русла, т. е. положить $v_0=2{,}968'$, то, произведя вычисленія, найдемъ $V=4{,}434'=0{,}6334$ и $\omega=332{,}01$ кв. с.

Располагая мостъ отверстіемъ въ 75,00 саж. (три пролета по 25,00 саж.), такъ какъ указано на чертежѣ, имѣемъ площадь живого сѣченія въ 339,152 кв. саж., такъ что принятое отверстіе моста вполнѣ достаточно; соотвѣтствующая средняя скорость теченія подъ мостомъ будетъ $<$ 0,62 саж.$=4{,}34'$, а по дну—$3{,}26'$, скорость вполнѣ безопасная для грунта, состоящаго изъ песку съ известковою галькою.

$$\text{Подпоръ воды } h''=\frac{V^2-V_0{}^2}{2g}=\frac{4{,}34^2-2{,}968^2}{64{,}4}\times12=1{,}87''<2''.$$

Повѣримъ достаточность приданнаго мосту отверстія по Министерскимъ даннымъ.

Площадь бассейна Дона опредѣлена въ 10450 кв. верстъ, а именно согласно измѣреніямъ на трехверстной картѣ:

Бассейнъ Дона	5212,00 кв. в.
Бассейнъ впад. выше моста р. Меча .	5238,00 „ „
Всего . . .	$A=10450{,}00$ кв. в.

Соотвѣтственная площадь живого сѣченія ω весеннихъ водъ въ кв. саженяхъ должна быть:

$$\omega=A.K,\ \text{гдѣ } K \text{ для даннаго случая}=0{,}03.$$

$$\omega=10450\times0{,}03=313{,}50 \text{ кв. саж.}$$

Наибольшая глубина весеннихъ водъ $h=5{,}76$; наибольшая глубина меженнихъ—$h_0=1{,}04$.

Отверстіе моста опредѣлимъ изъ формулы:

$$l=\frac{\omega}{\left(h-\frac{1}{3}h_0\right)\mu},\ \text{гдѣ } \mu=0{,}90 \text{ (коэффиц. расхода);}$$

$$l=\frac{313{,}50}{\left(5{,}76-\frac{1{,}04}{3}\right)\times0{,}90}=64{,}45 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно достаточность принятаго отверстія подтверждается также и этимъ расчетомъ.

По имѣющимся даннымъ буренія видно, что дно р. Дона состоитъ изъ известковой скалы, покрытой по срединѣ русла незначительнымъ слоемъ песку съ галькою и залегающей на значительную глубину у Лебедянскаго устоя, гдѣ и предположено свайное основаніе; основанія Елецкаго устоя и быковъ предположено заложить на скалѣ.

Повѣрка устойчивости устоя моста на Дону со стороны Лебедяни.

Устойчивость противъ вращенія и скольженія устоя повѣряется относительно ребра A и подошвы AB. Замѣняя трапеціи прямоугольниками, получимъ статическій моментъ передней стѣнки устоя относительно ребра A:

$$S=0{,}50\times0{,}30\times1{,}15+1{,}00\times0{,}20\times1{,}40+0{,}39\times1{,}35\times1{,}575+$$
$$+0{,}28\times2{,}11\times1{,}198+1{,}20\times2{,}43\times1{,}326+2{,}60\times1{,}19\times$$
$$\times1{,}35+2{,}65\times0{,}35\times1{,}325=0{,}1725+0{,}28+0{,}8292+$$
$$+0{,}7078+3{,}8666+4{,}1769+1{,}2289=10{,}98.$$

Моментъ вѣса одной погонной сажени передней стѣнки устоя относительно ребра A—$P.p$ (P—равнодѣйствующая вѣса, p—плечо вѣса).

$$Pp=S\delta;$$

полагая δ—вѣсъ куб. саж. кладки 1300 пуд., получимъ:

$$Pp=10{,}98\times1300=14274 \text{ пд.—с.}$$

Распоръ земли E и плечо распора e опредѣлимъ по формуламъ

$$E=\varphi.h\ (\gamma h+2v),\ \text{гдѣ}$$

$$\varphi=\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=0{,}119.$$

φ—уголъ тренія или уголъ естественнаго откоса съ горизонтомъ$=36^0$.

h—высота насыпи$=3{,}72$ сажени.

v—временная нагрузка на квадр. саж. верхней площади, замѣняющая давленіе поѣзда$=643$ пуд.

γ—вѣсъ куб. саж. земли$=1000$ пуд.

Слѣдовательно:

$$E=0{,}119\times3{,}72\times(1000\times3{,}72+2\times643)=1646{,}77+569{,}29=$$
$$=2216{,}06 \text{ пуд.}$$

Плечо распора e опредѣлимъ по формулѣ:

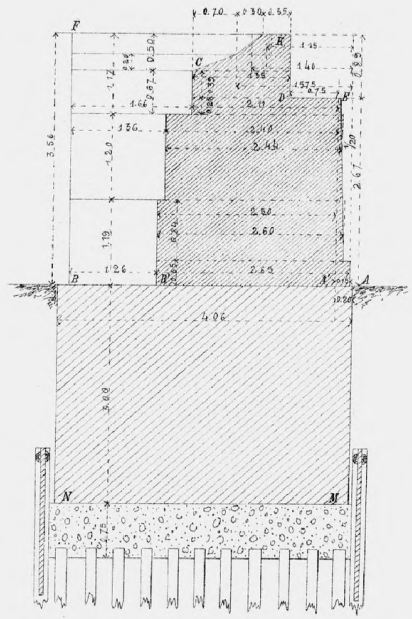
$$e=h\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v}=3{,}72\times\frac{1000\times3{,}72+3\times643}{3\times1000\times3{,}72+6\times643}=1{,}399\backsim1{,}4.$$

Моментъ распора:

$$Ee=2216{,}06\times1{,}4=3102{,}484\backsim3103 \text{ пудо-с.}$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія

$$m=\frac{Pp}{Ee}=\frac{142{,}74}{3103}=4{,}60.$$



Повѣрка противъ скольженія въ плоскости AB.

Повѣряемъ устой на скольженіе въ плоскости AB при величинѣ коэффиціента тренія $f=0{,}7$ и площади сѣченія устоя $\omega=7{,}51$. Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе

$$m=f\frac{P}{E}=0{,}7\times\frac{7{,}51\times1300}{2216{,}06}=0{,}7\times\frac{9763}{2216{,}06}=3{,}08.$$

Опредѣленіе давленія на каменную кладку, бетонный слой и сваи.

Давленіе отъ 25 саж. фермъ на кладку передается при помощи подферменныхъ камней размѣрами:

$$0{,}65\times0{,}60\times0{,}25.$$

Площадь подферменнаго камня:

$$0{,}65\times0{,}60\times84^2=2751{,}84 \text{ кв. дюйм.}$$

Подферменные камни выдерживаютъ давленіе вѣса фермъ и подвижной нагрузки

$$A=(p+k)l=(29+50{,}50)\times180{,}67=14364 \text{ пуд.,}$$

а на одинъ камень $\frac{14364}{4}=7182$ пуда; на одинъ квадратный дюймъ камня: $\frac{7182}{2751{,}84}=2{,}61$ пуд.

Давленіе на кладку въ плоскости AB:

опредѣлится чрезъ прибавленіе къ давленію фермъ вѣса кладки устоя до этой плоскости.

Давленіе отъ фермы	14364 пуд.
Давленіе отъ каменной кладки. . . $30{,}15\times1300=39495$	„
Вѣсъ паровоза, непосредственно стоящаго на устоѣ	3000 „
	56859 пуд.

Площадь, на которую передается это давленіе:

$$(3{,}70\times1{,}60+2{,}31\times2{,}30-1{,}26\times0{,}425)\times84^2=10{,}70\times7057=$$
$$=75499{,}20.$$

Давленіе на кв. дюйм. $\frac{56859}{75499{,}20}=0{,}752$ пуд. $<$ 3 пуд. и слѣдовательно прокладнаго ряда не требуется.

Давленіе на бетонный слой.

Вѣсъ фермъ и временной нагрузки.	14364 пуд.
Вѣсъ всей кладки $66{,}52\times1300$	86476 „
Вѣсъ паровоза	3000 „
	103840 пуд.

Площадь основанія кладки:

$$12{,}12\times84^2=85518{,}72.$$

Давленіе на кв. дюймъ бетона.

$$\frac{103840}{85518{,}72}=1{,}22 \text{ пуд.}$$

Давленіе на сваю:

Вѣсъ фермъ и временной нагрузки.	14364 пуд.
Вѣсъ кладки.	86476 „
Вѣсъ бетона $10{,}20\times1200$	12240 „
Вѣсъ паровоза на устоѣ	3000 „
	116080 пуд.

Всѣхъ свай 97.

Давленіе на одну сваю $\frac{116080}{97}=1196{,}7$ пуд.

$<$ 1200 пуд.

Это давленіе соотвѣтствуетъ отказу e, опредѣляемому по формулѣ:

$$e=\frac{n\ Q^2\ h}{(Q+q)\left[P.m-(Q+q)\right]},$$

гдѣ: $Q=30$ пуд., $h=0{,}50$ для ручного копра и $1{,}50$ саж. для машиннаго; $n=25$ для ручного копра и 10 для машиннаго; $q=25$ пуд.; $m=20$ для ручного и 8 для машиннаго копра; $P=1200$ пуд. Откуда, послѣ подстановки, получимъ:

а) для ручного копра:

$$e=\frac{25\times30^2\times0{,}50}{(30+25)\left[1200\times20-(30\times25)\right]}=\frac{11250}{1316975}=0{,}0085\ \text{с.}$$

б) для машиннаго копра:

$$e=\frac{25\times30^2\times1{,}50}{(30+25)\left[1200\times8-(30+25)\right]}=\frac{33750}{524975}=0{,}064\ \text{с.}$$

Въ дѣйствительности отказъ долженъ быть гораздо меньше, такъ какъ сваи должны быть забиты до известковой скалы для того, чтобы передать давленіе отъ устоя на эту скалу.

Размѣры быковъ.

Толщину быка опредѣляемъ по формулѣ:

$$N=0{,}78+0{,}147\ H\sqrt[3]{\frac{l}{H}}\ \text{метр.};$$

гдѣ: H—высота быка, l—разстояніе между осями быковъ.

$$H=6^c=12{,}8^m;\ l=26{,}3^c=56{,}11^m;$$

$$N=0{,}78+0{,}147\times12{,}8\sqrt[3]{\frac{56{,}11}{12{,}8}}=3{,}86^m=1{,}80\ \text{саж.}$$

Толщину быка у подошвы получимъ задавшись уклономъ граней въ $^1/_{40}$,—находимъ:

$$N'=1{,}80+\frac{6}{40}\times2=2{,}10\ \text{саж.}$$

Давленіе на грунтъ подъ подошвою быка находимъ:

Постоянная и временная нагрузка $2(p+k)\ l=28728$ пуд.
Вѣсъ Лебедянскаго быка $74{,}58\times1300=96954$ „

125682 пуд.

Площадь основанія около 12,82 кв. саж. или 105840 кв. дюйм.; откуда давленіе на грунтъ $\frac{125682}{105840}=1{,}18$ пудъ, въ виду же скалистаго грунта допускается отъ 3—5 пудовъ.

За Главнаго Инженера *П. Журданъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,

Инженеръ *В. Лата.*

Составилъ Инженеръ Н. Лапуновъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА *)

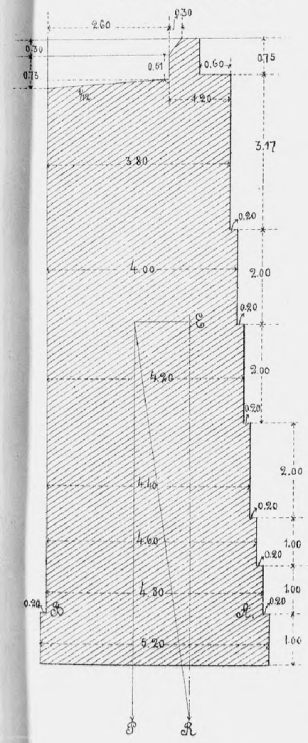
къ проекту моста чрезъ оврагъ **КОРЫТНЫЙ**,

на 138 верстѣ

Лебедянь-Елецкой линіи.

Повѣрка устойчивости устоевъ моста чрезъ оврагъ Корытный.

Лебедянскій устой.



Повѣрка на опрокидываніе у ребра А и на скольженіе въ плоскости АВ.

Площадь сѣченія до плоскости AB:

$$\omega=\omega_1+\omega_2=\Big(4{,}80\times1{,}00+4{,}60\times1{,}00+4{,}40\times2{,}00+4{,}20\times2{,}00+$$
$$+4{,}00\times2{,}00+3{,}80\times3{,}11-\frac{0{,}22\times2{,}60}{2}+\frac{0{,}06\times1{,}20}{2}+0{,}60\times$$
$$\times0{,}75-\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\Big)_{\omega_1}+\Big(\frac{1{,}03+0{,}81}{2}\times2{,}60+\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\Big)_{\omega_2}=$$
$$=46{,}573+2{,}437=49{,}01\ \text{кв. саж.}$$

Вѣсъ устоя на одну пог. сажень, принимая вѣсъ одной куб. сажени кладки крыльевъ устоя и засыпки $=1000$ пуд., что послужитъ въ пользу устойчивости, будетъ:

$$P=P_1+P_2=\omega_1d_1+\omega_2d_2=46{,}573\times1300+2{,}437\times1000=$$
$$=60544{,}9+2437=62981{,}9\ \text{пуд.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A:

$$S_A=S_{A_1}+S_{A_2}=\Big[4{,}80\times1{,}00\times2{,}40+4{,}60\times1{,}00\times2{,}50+4{,}40\times$$
$$\times2{,}00\times2{,}60+4{,}20\times2{,}00\times2{,}70+4{,}00\times2{,}00\times2{,}80+3{,}80\times$$
$$\times3{,}11\times2{,}90-\frac{0{,}22\times2{,}60}{2}\Big(\frac{2\times2{,}60}{3}+2{,}20\Big)+\frac{0{,}06\times1{,}20}{2}\times$$
$$\times1{,}60+0{,}60\times0{,}75\times1{,}9-\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\Big(\frac{2\times0{,}30}{3}+$$
$$+1{,}90\Big)\Big]_{S_{A_1}}+\Big[\frac{1{,}03+0{,}81}{2}\times2{,}60\times3{,}55+\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\times$$
$$\times\Big(\frac{2\times0{,}30}{3}+1{,}90\Big)\Big]_{S_{A_2}}=124{,}946+8{,}586=133{,}532\ (\text{саж.})^3$$

Моментъ вѣса устоя:

$$M_1=S_A\times d=S_{A_1}d_1+S_{A_2}d_2=124{,}946\times1300+8{,}586\times1000=$$
$$=171015{,}8\ \text{пуд.-саж.}$$

*) *Всѣдствіе неутвержденія въ проектѣ моста устоевъ. См. текстъ утвержденія въ концѣ записки.*

Плечо момента вѣса относительно ребра A:

$$p_A=\frac{S_A d}{P}=\frac{171015,8}{62981,9}=2,715 \text{ саж.}$$

Принимая же во вниманіе вѣсъ моста и подвижной на немъ нагрузки

$$p_A=\frac{171015,8+3729\times 1,3}{62981,9+3729}=2,636 \text{ саж.}$$

Распоръ земли на одну погонную сажень:

$$E=\Psi h(\gamma h+2v), \text{ гдѣ при } \varphi=38^0$$

$$\Psi={}^1/_2 tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)=0,119.$$

Тогда при высотѣ насыпи $=12,00$ саж.:

$$E=0,119\times 12,00(1000\times 12,00+2\times 643)=18972,41 \text{ пуд.}$$

и плечо распора относительно ребра A:

$$e=h\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v}=12\times\frac{1000\times 12+3\times 643}{3\times 1000\times 12+6\times 643}=4,193 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2=E\times e=18972,4\times 4,193=79551,27 \text{ пуд.-саж.}$$

Слѣдовательно:

Коэффиціентъ устойчивости устоя противъ вращенія около ребра A:

$$m_1=\frac{M_1}{M_2}=\frac{171015,8}{79551,27}=2,15.$$

И коэффиціентъ устойчивости на скольженіе по плоскости AB, принимая $f=0,7$:

$$m_2=\frac{fP}{E}=\frac{0,7\times 62981,9}{18972,41}=2,32.$$

Въ дѣйствительности эти коэффиціенты будутъ бо́льшими, такъ какъ при высотѣ насыпи болѣе 3,50 саж., не слѣдуетъ принимать во вниманіе временной нагрузки. (Курсъ мостовъ *Николаи*).

Тогда:

Распоръ земли на одну погон. сажень будетъ:

$$E'=\Psi\gamma h^2=0,119\times 1000\times 12^2=17136,00 \text{ пуд.}$$

Плечо распора:

$$e'=\frac{h}{3}=\frac{12}{3}=4,00 \text{ саж.}$$

И моментъ распора:

$$M'_2=E'\times e'=17136\times 4=68544 \text{ пуд.-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости *) противъ вращенія:

$$m'_1=\frac{M_1}{M_2}=\frac{171015,8}{68544}=2,49;$$

на скольженіе:

$$m'_2=\frac{fP}{E'}=\frac{44087,33}{17136,00}=2,57.$$

Далѣе, для запаса устойчивости необходимо, чтобы равнодѣйствующая R силъ распора земли и вѣса устоя пересѣкала основаніе въ средней его трети, для чего величина отрѣзка AR должна быть болѣе $\frac{AB}{3}=\frac{4,8}{3}=1,6$ саж.

Величина отрѣзка AR будетъ:

$$AR=2,636-e'tg\alpha, \text{ гдѣ}$$

e'—плечо распора$=4,00$ саж.

$$\text{и } tg\alpha=\frac{E'}{p^{**)}}=\frac{17136,00}{62981,9+3729}=0,257.$$

Тогда:

$$AR=2,636-4\times 0,257=1,608 \text{ саж.}>1,60 \text{ саж.}$$

Давленіе на каменную кладку и грунтъ.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составится изъ:

1) Вѣса пролетной части и подвижной нагрузки . . 8204,00 пуд.

2) Вѣса устоя до плоскости AB:

$62981,9\times 2,2=138560,18$ „

146764,18 пуд.

Давленіе это передается на площадь:

$$\beta_1=4,8\times 2,2\times 84^2=74511,36 \text{ кв. дюймъ}$$

и на квадратный дюймъ:

$$\alpha_1=\frac{146764,18}{74511,36}=1,97 \text{ пуд.}$$

Давленіе на грунтъ получится изъ:

1) Предыдущаго . . . . . 146764,18 пуд.

2) Вѣса остальной кладки. . $5,2\times 2,4\times 1300=$ 16224,00 „

162988,18 пуд.

Площадь, по которой передается давленіе:

$$\beta_2=5,2\times 2,4\times 84^2=88058,88 \text{ кв. дюймъ}$$

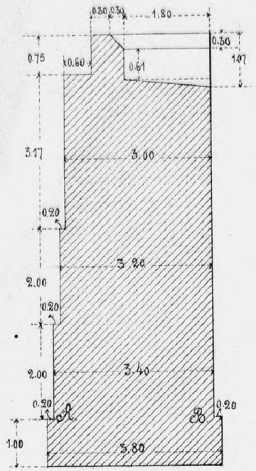
и на одинъ квадратный дюймъ площади:

$$\alpha_2=\frac{162988,18}{88058,88}=1,85 \text{ пуд.}$$

*) Вѣсъ моста не принятъ во вниманіе, что служитъ въ пользу прочности.

**) *Вѣсъ устоя со включеніемъ вѣса моста и подвижной нагрузки на пог. сажень.*

Елецкій устой.



Повѣрка устойчивости противъ вращенія около ребра A и на скольженіе по плоскости AB.

Площадь сѣченія устоя до плоскости AB:

$$\omega=\omega_1+\omega_2=\left(3{,}40\times2{,}00+3{,}20\times2{,}00+3{,}00\times3{,}00-\frac{0{,}15\times1{,}80}{2}+\right.$$
$$\left.+0{,}16\times1{,}20+0{,}60\times0{,}75-\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\right)_{\omega_1}+\left(\frac{0{,}91\times1{,}07}{2}\times\right.$$
$$\left.\times1{,}80+\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\right)_{\omega_2}=22{,}662+1{,}827=24{,}489 \text{ кв. саж.}$$

Вѣсъ устоя на одну погон. сажень, принимая вѣсъ одной куб. сажени кладки крыльевъ и засыпки=1000 пуд., что послужитъ въ пользу устойчивости, будетъ:

$$P=P_1+P_2=\omega_1 d_1+\omega_2 d_2=22{,}662\times1300+1{,}827\times1000=$$
$$=29460{,}6+1827{,}0=31287{,}6 \text{ пуд.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A:

$$S_A=S_{A_1}+S_{A_2}=\left[3{,}40\times2{,}00\times1{,}70+3{,}20\times2{,}00\times1{,}80+3{,}00\times\right.$$
$$\times3{,}00\times1{,}90-\frac{0{,}15\times1{,}80}{2}\left(\frac{2\times1{,}80}{3}+1{,}60\right)+0{,}16\times1{,}20\times$$
$$\left.\times1{,}00+0{,}60\times0{,}75\times1{,}30-\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\left(\frac{2\times0{,}30}{3}+1{,}30\right)\right]_{S_{A_1}}+$$
$$+\left[\frac{0{,}91+1{,}07}{2}\times1{,}80\times2{,}52+\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\left(\frac{2\times0{,}30}{3}+\right.\right.$$
$$\left.\left.+1{,}30\right)\right]_{S_{A_2}}=40{,}511+4{,}558=45{,}069 \text{ (саж.)}^3$$

Моментъ вѣса устоя на одну пог. сажень:

$$M_1=S_{A_1}d_1+S_{A_2}d_2=40{,}511\times1300+4{,}558\times1000=52664{,}3+$$
$$+4558=57222{,}3 \text{ пуд.-саж.}$$

Плечо момента вѣса относительно ребра A:

$$p_A=\frac{S_A d}{P}=\frac{57222{,}3}{31287{,}6}=1{,}829 \text{ саж.}$$

Принимая же во вниманіе вѣсъ моста и подвижного состава

$$p'_A=\frac{57222{,}3+3729\times0{,}70}{31287{,}6+3729}=1{,}708.$$

Распоръ земли на одну пог. сажень, при высотѣ насыпи въ 8,00 саж.

$$E=\Psi h(\gamma h+2v)=0{,}119\times8(1000\times8+2\times643)=8840{,}27 \text{ пуд.}$$

Плечо распора относительно ребра A:

$$e=h\frac{\gamma h\times3v}{3\gamma h+6v}=\frac{8\times1000\times8+3\times643\times8}{8\times3\times1000+6\times643}=2{,}851 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2=E\times e=8840{,}27\times2{,}851=25203{,}61 \text{ пуд.-саж.}$$

Слѣдовательно:

Коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія около ребра A:

$$m_1=\frac{M_1}{M_2}=\frac{57222{,}30}{25203{,}61}=2{,}27$$

и коэффиціентъ устойчивости на скольженіе по плоскости AB, принимая $f=0{,}7$:

$$m_2=\frac{fP}{E}=\frac{0{,}7\times31287{,}6}{8840{,}27}=2{,}48.$$

Въ дѣйствительности коэффиціенты эти будутъ бо́льшими, такъ какъ при высотѣ насыпи болѣе 3,50 саж., не слѣдуетъ принимать во вниманіе временной нагрузки.

Тогда:

Распоръ земли на одну пог. сажень:

$$E'=\Psi\gamma h^2=0{,}119\times1000\times8^2=7616{,}00 \text{ пуд.}$$

и плечо распора относительно ребра A:

$$e'=\frac{h}{3}=\frac{8{,}00}{3}=2{,}667 \text{ саж.}$$

Моментъ распора на одну пог. сажень:

$$M'_2=E'\times e'=7616\times2{,}667=20311{,}87 \text{ пуд.-саж.}$$

Слѣдовательно:

Коэффиціенты устойчивости будутъ:

противъ вращенія:

$$m'_1=\frac{M_1}{M'_2}=\frac{57222{,}30}{20311{,}87}=2{,}82;$$

на скольженіе:

$$m'_2=\frac{fP}{E'}=\frac{07,\times31287{,}60}{7616{,}00}=2{,}88.$$

Кромѣ того, для запаса устойчивости необходимо, чтобы равнодѣйствующая R силъ распора земли и вѣса устоя пересѣкала основаніе въ средней его трети, для чего величина отрѣзка RA, должна быть болѣе $\frac{AB}{3}=\frac{3{,}40}{3}=1{,}13$ саж.

Величина отрѣзка RA будетъ:

$$RA=1{,}708-e'tg\alpha, \text{ гдѣ}$$

e'—плечо распора=2,667 саж. и

$$tg\alpha=\frac{E'}{p}=\frac{7616{,}00}{35016{,}6}=0{,}217.$$

Тогда:

$$RA=1{,}708-2{,}667\times0{,}217=1{,}13\cong1{,}13.$$

Давленіе на каменную кладку и грунтъ.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составится изъ:

1) Вѣса пролетной части и подвижной нагрузки..... 8204,00 пуд.

2) Вѣса устоя до плоскости AB:

$31287{,}6 \times 2{,}2 = 68832{,}72$ „

77036,72 пуд.

Давленіе это передается на площадь:

$$\beta_1 = 3{,}40 \times 2{,}20 \times 84^2 = 52778{,}88 \text{ кв. дюймъ}$$

и на одинъ квадратный дюймъ:

$$\alpha_1 = \frac{77036{,}72}{52778{,}88} = 1{,}46 \text{ пуд.}$$

Давленіе на грунтъ составится изъ:

1) Предыдущаго . . . . . 77036,72 пуд.

2) Вѣса остальной кладки . . $3{,}8 \times 2{,}4 \times 1300 = 11856{,}00$ „

88892,72 пуд.

Площадь основанія:

$$\beta_2 = 3{,}8 \times 2{,}4 \times 84^2 = 64350 \text{ кв. дюймъ}$$

и на одинъ квадратный дюймъ площади:

$$\alpha_2 = \frac{88892{,}72}{64350{,}00} = 1{,}38 \text{ пуд.}$$

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *П. Журданъ.*

За Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Лянуновъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

Копія.

На подлинномъ проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

По докладу Департамента ж.ж. дорогъ отъ 10 Сентября 1892 г. № 1963 проектируемое для настоящаго моста отверстіе въ сорокъ (40) саженъ признано достаточнымъ. Также по сему докладу утвержденъ проектъ быковъ, а чертежъ устоевъ оставленъ безъ утвержденія.

За Директора Вѣрженскій.
Дѣлопроизводитель Деминъ.
Вѣрно: Дѣлопроизводитель (подписалъ) Деминъ.

Съ копіей вѣрно:
Завѣдующій Чертежною *А. Гильманъ.*

Копія съ отношенія Департамента ж.ж. дорогъ отъ 8 Февраля 1894 года № 2373 въ Правленіе Общества.

Департаментъ ж.ж. дорогъ имѣетъ честь увѣдомить Правленіе Общества, что по докладѣ Господину Товарищу Министра журнала Комиссіи, свидѣтельствовавшей Лебедянь-Елецкую линію, по переданнымъ на ея заключеніе представленіямъ Инспекціи касательно допущенныхъ при устройствѣ мостовъ чрезъ оврагъ Корытный и рѣку Талицу отступленій противъ утвержденныхъ проектовъ, Его Превосходительство изволилъ признать возможнымъ, въ виду исполненія работъ по устройству опоръ и представленныхъ Главнымъ Инженеромъ объясненій, разрѣшить оставить опоры двухъ вышеупомянутыхъ мостовъ въ существующемъ ихъ видѣ съ тѣмъ, чтобы для большаго обезпеченія въ мосту чрезъ рѣку Талицу у Лебедянскаго устоя, одиночный откосъ насыпи передъ устоемъ по оси моста былъ замѣненъ болѣе пологимъ откосомъ, заложеннымъ въ разстояніи 0,20 саж. отъ ближайшей грани быка.

На подлинномъ подписано: За Директора Бѣлинскій. Дѣлопроизводитель Деминъ.

Съ копіей вѣрно:
Завѣдующій Чертежною *А. Гильманъ.*

130
75

Къ проекту, утвержденному по докладу Департамента ж. ж. дорогъ отъ 10 Сентября 1892 года, № 1963.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ оврагъ

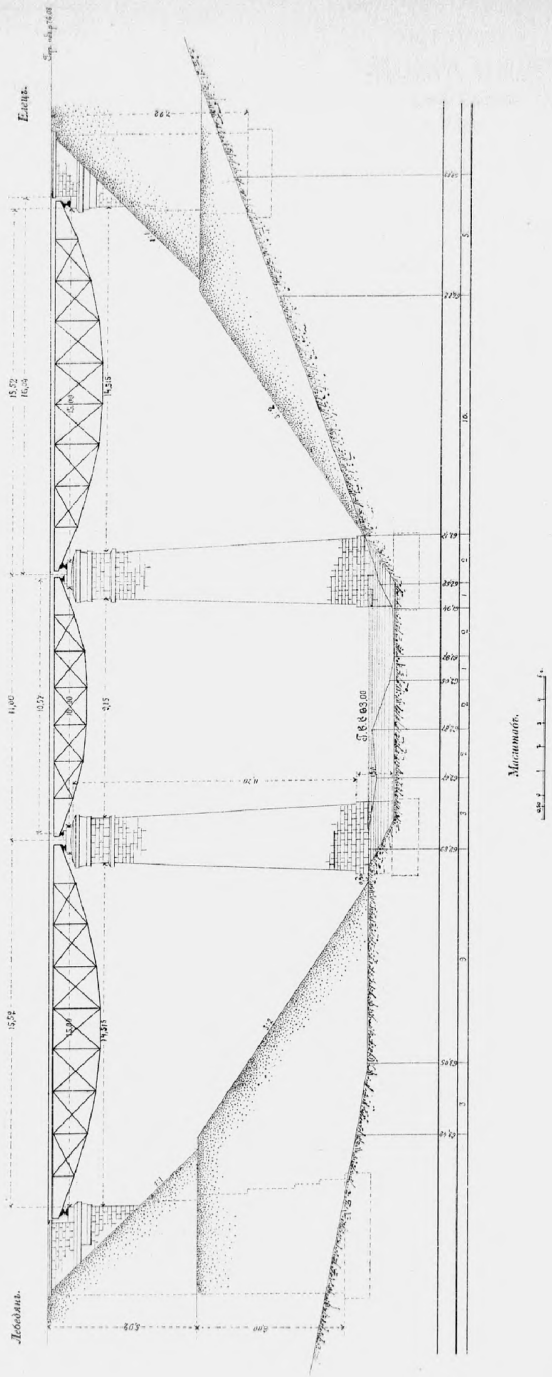
КОРЫТНЫЙ,

отверстіемъ 40,00 сажень (2 пролета по 15 и 1 пролетъ въ 10 саж.), съ ѣздою по верху,

на 138 верстѣ

Лебедянь-Ѣлецкой линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. ФЕДЕРКОВА.



Общій видъ моста чрезъ оврагъ Корытный
въ 40,00 саж.
на 138 вер. Лебедянь-Елецкой линіи.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ оврагъ КОРЫТНЫЙ

на 138-й верстѣ

Лебедянь-Елецкой линіи.

Опредѣленіе отверстія и повѣрка устойчивости опоръ моста чрезъ оврагъ КОРЫТНЫЙ.

Опредѣленіе отверстія. Изысканіями 1891 года для оврага Корытнаго опредѣлено:

площадь бассейна . . . . . $Q=82{,}44$ кв. саж.

длина оврага . . . . . $L=15{,}50$ верстъ.

уклонъ оврага . . . . . $i=0{,}00268$.

Горизонтъ высокихъ водъ, согласно наблюденіямъ и указаніямъ жителей, опредѣленъ при нивеллировочной отмѣткѣ 63,00 саж.

Опредѣляя, по даннымъ *Бѣлинскаго*, по площади бассейна необходимое живое сѣченіе, найдемъ его равнымъ

$$82{,}44\times0{,}07=5{,}7708.$$

Вычисляя имѣющуюся площадь живаго сѣченія при отмѣткѣ 63,00, находимъ:

$$\omega=\frac{6{,}19+0{,}11}{2}+\frac{0{,}11+0{,}33}{2}\times3+\frac{0{,}33+0{,}13}{2}\times2+\frac{0{,}13+0{,}95}{2}\times$$

$$\times2+\frac{0{,}95+1{,}03}{2}\times1+\frac{1{,}03+1{,}06}{2}\times2+\frac{1{,}06+0{,}48}{2}\times1+$$

$$+\frac{1{,}48+0{,}48}{2}=6{,}75 \text{ кв. саж.};$$

откуда видно, что площадь живаго сѣченія при нивеллировочной отмѣткѣ 63,00 получается очень близкою (нѣсколько большею) къ той, которая должна была-бы быть по *Бѣлинскому*.

Это обстоятельство указываетъ на то, что отмѣтка горизонта высокихъ водъ опредѣлена достаточно точно и достовѣрно.

Опредѣлимъ скорость по дну подъ мостомъ въ предположеніи перекрытія средняго пролета 10-ти саженными фермами. Для этого опредѣляемъ прежде всего среднюю скорость потока при отмѣткѣ 63,00 и принимая за гидравлическій уклонъ — уклонъ оврага (i=0,00268), чѣмъ поступаемъ не въ нашу пользу. Для опредѣленія средней скорости пользуемся формулой *Гангилье-Куттера:*

$$v=\sqrt{Ri}\left\{\frac{15,74+\frac{0,684}{n}+\frac{0,00106}{i}}{1+\left(15,74+\frac{0,00106}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}\right\},\ \text{гдѣ}$$

R — средній подводный радіусъ $=\frac{\omega}{p}=\frac{6,75}{19}=0,355$;

(ω=6,75; p=18,98 саж. ∞ 19,00 саж.);

n — коэффиціентъ шероховатости=0,025;

i=0,00268.

Тогда:

$$v=\sqrt{0,355\times 0,00268}\left\{\frac{15,74+\frac{0,684}{0,025}+\frac{0,00106}{0,00268}}{1+\left(15,74+\frac{0,00106}{0,00268}\right)\frac{0,025}{\sqrt{0,355}}}\right\}=$$

$=0,79$ саж.

и расходъ воды потока

$$Q=\omega\times v=6,75\times 0,79=5,33 \text{ куб. с.}$$

Предполагая обдѣлать ложе потока между быками, разстояніе между внутренними гранями цоколей которыхъ дѣлается равною 8 саж., горизонтально при отмѣткѣ 61,97, ограничивая боковыми откосами 2 : 3, опредѣляемъ имѣющуюся площадь живаго сѣченія, допуская коэффиціентъ сжатія струи:

μ =0,90 и

ω_1=1,03+8,00+0,90=7,416 кв. саж.

и средняя скорость подъ мостомъ будетъ:

$$v\,\text{ср.}=\frac{5,33}{7,416}=0,718 \text{ саж.}=5,026 \text{ фут.},$$

чему соотвѣтствуетъ скорость по дну v:

$$v=\frac{0,83}{0,915}\times v\ \text{сред.}=\frac{0,83}{0,915}\times 0,718=0,651 \text{ саж.}=4,56 \text{ фута} -$$

величина вполнѣ безопасно допускаемая безъ укрѣпленія глинистаго ложа потока мостовой. Если-же и произойдетъ размывъ русла, то это обстоятельство не представитъ никакой опасности въ виду того, что на глубинѣ 0,42 саж. залегаетъ плотный известнякъ.

Поэтому проектируемъ мостъ отверстіемъ 10,00 саж. между подферменными камнями, или около 8 саж. между внутренними гранями цоколей быковъ; по обѣ стороны десятисаженнаго пролета, во избѣжаніе длинныхъ устоевъ, дѣлаемъ 15,00 саж. пролеты со входящими во внутрь пролета земляными конусами.

Повѣрка устойчивости устоевъ и опредѣленіе давленія на кладку.

Лебедянскій устой повѣряется на опрокидываніе у ребра A и скольженіе въ плоскости AB.

Статическій моментъ разрѣза устоя будетъ:

$$S_A=(3,80\times 3,10\times 2,80)+(0,91\times 0,60\times 1,90)+(4,00\times 2,00\times$$
$$\times 2,80)+(4,20\times 2,00\times 2,70)+(4,40\times 2,00\times 2,60)+(4,60\times$$
$$\times 1,00\times 2,50)+(4,80\times 1,00\times 2,40)=125,00 \text{ (саж.)}^3$$

Площадь разрѣза устоя:

$$\omega=(3,10\times 3,80)+(0,91\times 0,60)+(4,00\times 2,00)+(4,20\times 2,00)+$$
$$+(4,40\times 2,00)+(4,60\times 1,00)+(4,80\times 1,00)=46,926 \text{ (саж.)}^2$$

Моментъ вѣса:

$$M_1=S_A\times 1300=125,00\times 1300=162500,00 \text{ пудо-саж.}$$

Распоръ земли:

$$\Sigma=\Psi.\ h(\gamma h+2v)$$

$$\Psi=\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right),\ \text{гдѣ}$$

h — высота насыпи = 12,00 саж.;

γ — вѣсъ куб. саж. земли = 1000 пуд.;

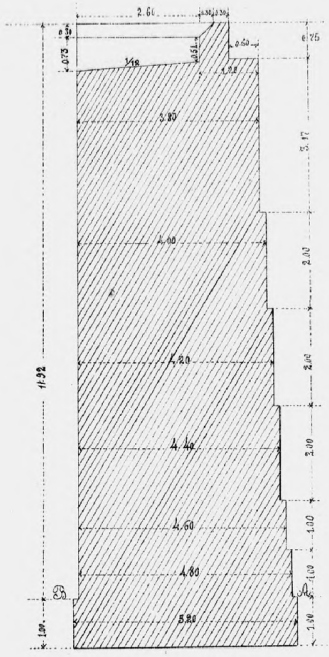
v — временная произведенная нагрузка на кв. саж. верхней площадки = 643 пуд.;

φ — уголъ тренія (естественнаго откоса)=38^0.

Тогда:

$$\Sigma = 0{,}119 \times 12{,}00(1000 \times 12{,}00 + 2 \times 643) = 18972{,}4 \text{ пуд.}$$

Лебедянскій устой.



$$\varepsilon = h \times \frac{\gamma h + 3v}{3\gamma h + 6v} =$$

$$= 12{,}00 \times \frac{(1000 \times 12{,}00) + (3 \times 643)}{(3 \times 1000 \times 12{,}00) + (6 \times 643)} =$$

$$= 4{,}193 \text{ саж.}$$

и моментъ распора:

$$M_2 = \Sigma \times \varepsilon = 18972{,}4 \times 4{,}193 = 79551{,}27 \backsim 79552$$

пудо-саж.

Коэффиціентъ устойчивости устоя противъ *опрокидыванія*, будетъ

$$m_1 = \frac{162500}{79552} = 2{,}04;$$

на самомъ же дѣлѣ коэффиціентъ устойчивости будетъ значительно болѣе, потому что не приняты во вниманіе моменты сцѣпленія раствора и моменты обратнаго распора конуса насыпи, которая входитъ во внутрь пролета.

Коэффиціентъ устойчивости на *скольженіе*, исчисленный въ тѣхъ-же предположеніяхъ, какъ и коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе, будетъ, принимая коэффиціентъ тренія $= 0{,}7$:

$$m_2 = \frac{fP}{\Sigma} = 0{,}7 \times \frac{46{,}926 \times 1300}{18972{,}4} = 2{,}25.$$

Отъ подферменнаго камня на кладку передается давленіе отъ половины вѣса пролетной части и отъ подвижной нагрузки

$$\frac{1}{2} max\, V = (p+k)\frac{l}{2} = \frac{1}{2}(36{,}0 + 115) \times \frac{108{,}67}{2} =$$

$$= 4102 \text{ пуд.}$$

Площадь подферменнаго камня:

$$\omega = 0{,}55 \times 0{,}52 \times 84^2 = 2018 \text{ кв. дюйм.}$$

и на одинъ кв. дюймъ придется:

$$p_1 = \frac{4102}{2018} = 2{,}03 \text{ пуд.}$$

Давленіе въ плоскости AB составится изъ:

1) вѣса пролетн. части и подвижной нагрузки $4102 \times 2 =$ 8204 пуд.

2) вѣса устоя до плоскости AB: $46{,}926 \times 2{,}20 \times 1300 =$ 134208 „

142412 пуд.

Площадь, по которой передается давленіе,

$$\omega = 4{,}80 \times 2{,}2 \times 84^2 = 74511{,}36 \text{ кв. дюйм.}$$

и на одинъ квадр. дюймъ:

$$p_2 = \frac{142412}{74511{,}36} = 1{,}91.$$

Давленіе на скалистое основаніе составится изъ:

1) предъидущаго . . . . . $= 142412$ пуд.

и 2) остальной кладки $5{,}2 \times 2{,}4 \times 1{,}00 \times 1300$. . $= 16224$ „

158636 пуд.

Площадь, по которой передается давленіе:

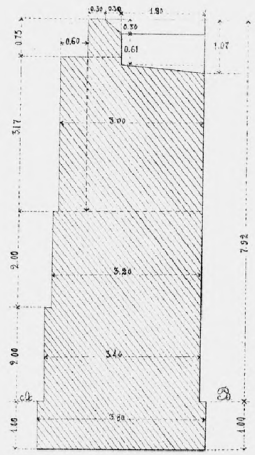
$$\omega = 5{,}2 \times 24 \times 84^2 = 88058{,}88 \text{ кв. дюйм.}$$

и на одинъ квадратный дюймъ:

$$p_3 = \frac{158636}{88059} = 1{,}80 \text{ пуд.}$$

Всѣ эти исчисленныя давленія не превосходятъ допускаемыхъ.

Елецкій устой.



Елецкій устой повѣряется на опрокидываніе у ребра A и скольженіе по плоскости AB.

Статическій моментъ относительно ребра A будетъ:

$$S'_A = 3{,}40 \times 2{,}00 \times 1{,}70 + 3{,}20 \times 2{,}00(1{,}60 + 0{,}20) + 3{,}00 \times 2{,}97(1{,}50 + 0{,}40) - \frac{0{,}15 \times 1{,}80}{2} \times \left(\frac{2 \times 1{,}80}{3} + 1{,}60\right) + 0{,}16 \times 1{,}20(0{,}60 + 0{,}40) + 0{,}60 \times 0{,}75(0{,}30 + 1{,}00) - \frac{0{,}30 \times 0{,}30}{2}(0{,}20 + 1{,}30) = 42{,}66 \text{ (саж.)}^3$$

Площадь разрѣза устоя:

$$\omega' = 3{,}40 \times 2{,}00 + 3{,}20 \times 2{,}00 + 3{,}00 \times 2{,}97 - \frac{0{,}15 \times 1{,}80}{2} + 0{,}16 \times 1{,}20 + 0{,}60 \times 0{,}75 - \frac{0{,}30 \times 0{,}30}{2} = 22{,}09 \text{ (саж.)}^2$$

Моментъ вѣса:

$$M'_1 = S'_A \times 1300 = 42{,}66 \times 1300 = 55458 \text{ пудо-с.}$$

Распоръ земли Σ и его плеча ε при 8-ми саж. насыпи, по предъидущимъ формуламъ:

$$\Sigma = 0{,}119 \times 8{,}00(1000 \times 8{,}00 + 2 \times 643) = 8840{,}27 \text{ пуд.}$$

$$\varepsilon = 8{,}00 \times \frac{1000 \times 8{,}00 + 3 \times 643}{3 \times 1000 \times 8{,}00 + 6 \times 643} = 2{,}851 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M'_2 = \Sigma \times \varepsilon = 8840{,}27 \times 2{,}85 = 25194{,}77 \text{ пудо-саж.}$$

и коэффиціентъ устойчивости на *опрокидываніе:*

$$m'_1 = \frac{M'_1}{M'_2} = \frac{55458}{25194{,}77} = 2{,}28;$$

коэффиціентъ устойчивости на *скольженіе:*

$$m'_2 = f\frac{P}{\Sigma} = 0{,}7 \times \frac{22{,}09 \times 1300}{8840{,}27} = 3{,}26.$$

Въ дѣйствительности эти коэффиціенты будутъ большими, такъ какъ нами не принято во вниманіе вліяніе сцѣпленія раствора и распора конуса насыпи.

Давленіе на кладку отъ подферменныхъ камней будетъ, по предъидущему, допускаемое.

Давленіе въ плоскости AB на кладку составится изъ:

1) вѣса пролетн. части и подвижной нагрузки . . = 8204,00 пуд.
2) вѣса устоя до плоскости AB: $22{,}09 \times 2{,}20 \times 1300$ = 63177,40 „

71381,40 пуд.

Площадь, по которой передается это давленіе, будетъ:

$$\omega = 3{,}40 \times 2{,}20 \times 84^2 = 52778{,}88 \text{ кв. дюйм.}$$

и на квадратный дюймъ придется давленіе:

$$p'_2 = \frac{71381{,}40}{52779} = 1{,}36 \text{ пуд.}$$

Давленіе на скалистое основаніе составится изъ:

1) предъидущаго . . . . . = 71381,40 пуд.
2) вѣса остальной клади:

$3{,}80 \times 2{,}40 \times 1{,}00 \times 1300$ . . . . . = 11856,00 „

83237,40 пуд.

Площадь основанія:

$$\omega = 3{,}80 \times 2{,}40 \times 84^2 = 64350 \text{ кв. дюйм.}$$

и на квадратный дюймъ придется:

$$p'_3 = \frac{83237{,}40}{64350} = 1{,}30 \text{ пуд.}$$

Опредѣленіе размѣровъ, очертанія и повѣрка прочности промежуточныхъ опоръ (быковъ).

Опредѣленіе размѣровъ быковъ.

Въ зависимости отъ величины подферменныхъ камней и отъ разстоянія между фермами, верхнимъ площадкамъ быковъ приданы размѣры $1{,}85 \times 2{,}20$.

Такое горизонтальное сѣченіе быковъ сохранено по высотѣ на 1,70 саж. отъ верхней площадки до плоскости CD. Затѣмъ по формулѣ сжимаемой призмы равнаго сопротивленія

$$\omega_x = \omega_0\, e^{\frac{\delta x}{R}};$$

гдѣ:

ω_0 — площадь верхняго сѣченія $= 1{,}85 \times 2{,}2 = 4{,}07$ квадр. саж.;
e — основаніе неперовыхъ логариѳмовъ $= 2{,}71828$;
δ — вѣсъ куб. саж. кладки, принимаемой $= 1300$ пуд.;
x — высота сжимаемой призмы; — въ нашемъ случаѣ $= 11{,}70$ саж.;
R — коэффиціентъ прочнаго сопротивленія, принятый въ 3 пуда на квадр. дюймъ, или въ $7056 \times 3 = 21168$ пуд. на кв. саж.; —

опредѣлимъ площадь сѣченія быковъ у цоколей, которая будетъ:

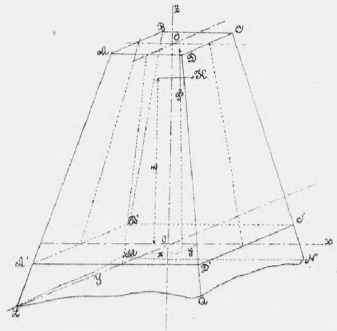
$$\omega_x = 8{,}3446 \text{ кв. саж.}$$

Дѣлаемъ это сѣченіе квадратное по 2,85 саж. въ сторонѣ и площадью $2{,}85 \times 2{,}85 = 8{,}1225$ кв. саж.

Дѣлаемъ его меньшихъ размѣровъ въ виду того, что давленіе на квадратный дюймъ верхней площадки далеко не достигаетъ 3 пудовъ и стороны быка ограничиваемъ плоскостями.

На основаніи этихъ данныхъ исчислены величины сторонъ сѣченій быковъ черезъ каждую 1,00 саж., которыя и видны на прилагаемомъ чертежѣ.

Повѣрка прочности промежуточныхъ опоръ (быковъ).



Изъ предъидущаго видно, что давленіе, передаваемое подферменными камнями на кладку быка не превосходитъ допускаемаго. Опредѣленіе же давленія въ верхней плоскости цоколя и въ горизонтальныхъ плоскостяхъ ряда сѣченій быковъ будетъ произведено нами, разсматривая совмѣстное дѣйствіе нагрузки постоянной, нагрузки подвижной и вѣтра.

Выведемъ формулу, выражающую нормальное напряженіе въ какомъ либо сѣченіи призмы, имѣющей въ горизонтальныхъ сѣченіяхъ видъ прямоугольника, подъ вліяніемъ внѣцентренно сжимающей силы P и силы K, дѣйствующей параллельно разсматриваемому сѣченію въ одной изъ плоскостей симметріи, которая въ то-же время есть плоскость одной изъ главныхъ осей инерціи сѣченія и дающей моментъ относительно разсматриваемой плоскости. Изъ теоріи неравномѣрнаго сжатія и изгиба мы знаемъ, что такого рода силы вызываютъ только нормальныя напря-

женія, и, кромѣ того, сила K стремится срѣзать призму по разсматриваемой плоскости.

Пользуясь общимъ принципомъ механики, по которому можно выдѣлить часть разсматриваемаго тѣла, соотвѣтственно замѣнивши дѣйствіе отдѣленной части силами, разсмотримъ часть призмы $ABCDA'B'C'D'$. Внѣшнія силы, дѣйствующія на эту часть, будутъ силы P_1, координаты которой, если примемъ за оси координатъ главныя оси инерціи x и y, будутъ (x, y, o); и сила K, координаты которой будутъ (o, o, z). Внутреннія же силы будутъ нормальныя напряженія по плоскости $A'B'C'D'$, которыми замѣняется дѣйствіе отдѣленной части призмы $A'B'C'D'LMNO$, и которыя обозначимъ для любой точки черезъ p.

Такъ какъ нами разсматривается случай равновѣсія, то мы въ правѣ пользоваться 6-ю уравненіями статики, на основаніи которыхъ напишемъ:

$$P-\int pd\omega=O \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1);$$

$$Py-\int pd\omega y=O \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2);$$

$$Kz+Px-\int pd\omega x=O \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3);$$

гдѣ интегралы распространяются по всей площади сѣченія.

Этихъ уравненій недостаточно для опредѣленія p, такъ какъ мы не знаемъ закона измѣненія нормальныхъ напряженій p. Въ этомъ случаѣ мы пользуемся гипотезою Строительной Механики, которая принимаетъ, что p есть нѣкоторая функція только x, y, т. е. разстояній элемента площадки, для которой опредѣляется нормальное напряженіе, отъ координатныхъ осей, и притомъ есть функція первой степени, общій видъ которой будетъ:

$$p=Ax+By+C \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4);$$

но гдѣ намъ неизвѣстны постоянныя A, B и C. Пользуясь теперь зависимостями (1), (2) и (3), мы опредѣлимъ эти постоянныя, подставляя въ нихъ вмѣсто p его значеніе. Тогда уравненія (1), (2) и (3) перепишутся:

$$P-(A\int xd\omega+B\int yd\omega+C\int d\omega)=O \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1');$$

$$Py-(A\int yxd\omega+B\int y^2d\omega+C\int yd\omega)=O \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (2');$$

$$Kz+Px-(A\int x^2d\omega+B\int xyd\omega+C\int xd\omega)=O \quad . \; . \; . \quad (3').$$

Но такъ какъ за начало координатъ нами выбранъ центръ тяжести сѣченія, а за направленіе координатныхъ осей взято направленіе главныхъ осей инерціи, то выраженія:

$$\int xd\omega=O;\ \int yd\omega=O;\ \int xyd\omega=O;$$

а выраженія:

$\int d\omega=\Omega$, $\int x^2d\omega=J_y$, $\int y^2d\omega=J_x$, т. е. суть моменты инерціи соотвѣтствующихъ относительно оси x и оси y. Тогда уравненія (1'), (2') и (3') перепишутся.

$$P=C\Omega \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1'');$$

$$Py=BJ_x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2'');$$

$$Kz+Px=AJ_y \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3'');$$

откуда опредѣлимъ коэффиціенты A, B и C:

$$A=\frac{Kz+Px}{J_y}$$

$$B=\frac{Py}{J_x}$$

$$C=\frac{P}{\Omega}$$

и вставляя ихъ въ уравненіе (4),

$$p=\frac{Kz+Px}{J_y}x+\frac{Py}{J_x}y+\frac{P}{\Omega} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4'),$$

получаемъ возможность помощью уравненія (4') опредѣлить напряженія въ любой точкѣ сѣченія призмы, а слѣдовательно, и наибольшая, какъ выше упомянуто, сила K стремится срѣзать призму по разсматриваемой плоскости и опрокинуть около ребра $C'D'$, а потому, напряженія, вызываемыя этой силой, будутъ:

$$q=\frac{K}{\Omega} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5).$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ опрокидыванія:

$$m=\frac{M_P}{M_K} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6),$$

гдѣ M_P — представляетъ собой моментъ силъ, сопротивляющихся опрокидыванію, M_K — моментъ силъ опрокидывающихъ.

Коэффиціентъ устойчивости противъ скольженія по разсматриваемой плоскости, при коэффиціентѣ тренія $f=0{,}7$:

$$m'=f\frac{P}{K} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7).$$

Уравненія (4'), (5), (6) и (7) будутъ служить намъ при опредѣленіи прочности различныхъ частей быковъ.

Повѣрка прочности быковъ произведена нами для трехъ случаевъ, какъ наиболѣе опасныхъ:

1 случай — при одностороннемъ положеніи подвижной нагрузки на 15-ти саж. пролетѣ и при давленіи вѣтра въ $^3/_4$ *) пуда на квадратный футъ.

2 случай — при положеніи подвижной нагрузки какъ на пролетѣ въ 15-ть сажень, такъ и на пролетѣ въ 10-ть саж. и при томъ же давленіи въ $^3/_4$ пуда на квадр. футъ.

3 случай — при отсутствіи подвижной нагрузки на мосту и при давленіи вѣтра въ $1^1/_3$ пуда на квадр. футъ.

Результаты исчисленій сведены нами въ прилагаемую таблицу, изъ которой видно, что повѣрка прочной устойчивости быковъ была произведена для 11-ти сѣченій, соотвѣтственно лежащихъ на 1,7,

*) Циркуляръ Т. И. К. М. П. С. № 60 за 1884 г.

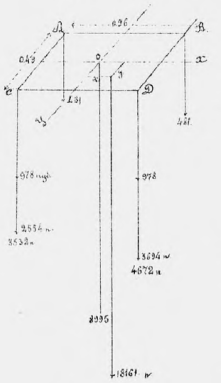
2,7, 3,7, 4,7, 5,7, 6,7, 7,7, 8,7, 9,7, 10,7 и 11,7 саж., считая отъ верхней площадки быковъ. Опредѣлимъ здѣсь природу, величины и точки приложенія силъ P и K, а также покажемъ приложеніе выведенныхъ нами формулъ (4'), (5) и (6).

Сила P есть сумма давленій отъ собственнаго вѣса быковъ, отъ собственнаго вѣса пролетныхъ частей и отъ подвижной нагрузки, имѣющейся на мосту, при чемъ вѣсъ подвижной нагрузки подъ вліяніемъ силы вѣтра передается не равномѣрно на всѣ 4 подушки фермъ.

Сила K есть сумма давленій вѣтра на вертикальную проекцію боковой поверхности быка по фасаду; на вертикальную проекцію боковой поверхности фермъ, принимаемую равною 0,60 сплошной площади, ограниченной наружнымъ очертаніемъ *); на вертикальную проекцію подвижнаго состава, представляющаго прямоугольникъ высотою 10 футъ и длиною равный длинѣ фермъ, при чемъ нижняя сторона прямоугольника отстоитъ отъ рельсъ на 2 фута.

Опредѣлимъ силы P и K для *1-го случая.*

Опредѣленіе силы P. Замѣтимъ прежде всего, что разстояніе между центрами балансировъ по фасаду моста принято нами въ 0,49 саж., а въ сѣченіи перпендикулярномъ въ 0,96 саж.; собственный вѣсъ пролетныхъ частей на погонный футъ 15-ти саженной фермы въ 36,00 пуд. и 10-ти саженной въ 26,00 пуд.; временная нагрузка, вызывающая наибольшія величины перерѣзывающихъ усилій на опорѣ, будетъ 115 пуд. на пог. футъ пути (для 15-ти саж. пролета).



Принимая это во вниманіе опредѣлимъ:

1) давленіе на каждый подферменный камень въ точкахъ A и B отъ вѣса 10-ти сажен. пролетныхъ частей:

$$P_1=\frac{26,00\times 74'}{4}=481 \text{ пуд.}$$

2) давленіе на каждый подферменный камень въ точкахъ C и D отъ вѣса 15-ти сажен. пролетныхъ частей:

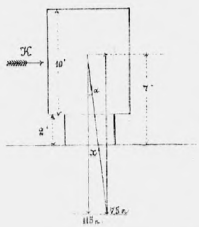
$$P_2=\frac{36,00\times 108,67'}{4}=978,03\backsim 978 \text{ пуд.}$$

3) равнодѣйствующая давленія вѣтра $k=7,5$ пуд. на пог. ф. и $p=115$ пуд. на пог. ф. пойдетъ надъ угломъ α, причемъ $tg\alpha=\frac{7,5}{115}$ и пересѣчетъ линію рельсъ въ разстояніи x отъ середины:

$$x=7tg\alpha=0,456 \text{ ф.};$$

поэтому на подферменный камень C придется:

$$P_3=\frac{115\times 108,67\times \overset{\text{(Середина колеи)}}{(2,5'}-0,456)}{2\times 5' \text{ (колея)}}=2554 \text{ пуд.}$$



*) Циркуляръ Т. И. К. М. П. С. № 60 за 1884 г.

а на подферменный камень D:

$$P_3=\frac{115\times 108,67\times(2,5+0,456)}{2\times 5}=3694 \text{ пуд.}$$

4) собственный вѣсъ быка отъ верхней площадки до площадки на 1,70 ниже лежащей:

$$P_4=1,85\times 2,20\times 1,70\times 1300'=8994,7 \text{ пуд}\backsim 8995 \text{ пуд.}$$

и эта составляющая приложена въ центрѣ тяжести сѣченія въ точкѣ O.

Равнодѣйствующая этихъ силъ будетъ:

$$P=2P_1+2P_2+P_3+P_3+P_4=2\times 481+2\times 978+2554+3694+$$
$$+8995=18161 \text{ пуд.}$$

и точку приложенія (координаты x и y) опредѣлимъ, составивъ выраженіе моментовъ относительно осей x и y, т. е. M_x и M_y:

$$M_x=18161\times y=4672\times 0,245+3532\times 0,245-2\times 481\times 0,245=$$
$$=1774,29 \text{ пудо-саж.}$$

$$M_y=18161\times x=4672\times 0,48+481\times 0,48-3532\times 0,48-481\times$$
$$\times 0,48=547,2 \text{ пудо-саж.}$$

Откуда:

$$x=\frac{547,2}{18161}=0,0301 \text{ саж.}$$

$$y=\frac{1774,29}{18161}=0,0977 \text{ саж.}$$

Опредѣленіе силы K. Сила K въ данномъ случаѣ составляется изъ:

1) давленія вѣтра на подвижной составъ, имѣющійся на 15-ти сажен. пролетъ:

$$K_1=\frac{7,5\times 108,67}{2}=407,512\backsim 408 \text{ пуд.},$$

съ точкой приложенія на 7 ф.=1,00 саж. отъ подошвы рельсъ, или на 1,00+0,91=1,91 саж. отъ верхней площадки быка;

2) давленія вѣтра на 15-ти саженную ферму, имѣющую площадь вертикальной проекціи обвода=12,42 кв. саж.:

$$K_2=\frac{22,42\times 0,75\times 49\times 0,60}{2}=247,18 \text{ пуд.}\backsim 247 \text{ пуд.}$$

и точку приложенія въ центрѣ балансировъ, или на 0,40 саж. отъ верхней площадки быка;

3) давленія вѣтра на 10-ти саженную ферму, имѣющую площадь вертикальной проекціи обвода 10,466 кв. саж.

$$K_2=\frac{10,466\times 0,75\times 49\times 0,6}{2}=115,387 \text{ пуд.}\backsim 115 \text{ пуд.}$$

съ точкой приложенія въ центрѣ балансира, т. е. на 0,52 саж. отъ верхней площадки быка;

4) давленія вѣтра на часть боковой поверхности быка по высотѣ 1,70 саж.

$$K_3 = 1{,}85 \times 1{,}70 \times 0{,}75 \times 49 = 115{,}57 \backsim 116 \text{ пуд.}$$

съ точкой приложенія на половинѣ высотѣ, т. е на 0,85 саж. ниже верхней площадки быка.

Равнодѣйствующая всѣхъ этихъ силъ K будетъ:

$$K = K_1 + K_2 + K'_2 + K_3 = 408 + 247 + 115 + 116 = 886 \text{ пуд.}$$

Примемъ, что можемъ сдѣлать безъ большой погрѣшности, что равнодѣйствующая K проходитъ въ плоскости симметріи $x\ o\ z$ и опредѣлимъ точку приложенія отъ верхней площадки быка (координату $1{,}7 - z$). Искомое разстояніе мы найдемъ, составивъ выраженіе момента, относительно плоскости верхней площадки:

$$M_{(1,7-z)} = K.z' = 408 \times 1{,}91 + 247 \times 0{,}40 + 115 \times 0{,}52 - 116 \times$$
$$\times 0{,}85 = 839{,}28 \text{ пудо-саж.}$$

и отсюда:

$$z' = 1{,}7 + z = \frac{839{,}28}{886} = 0{,}947 \text{ саж.}$$

$$\text{и } z = 1{,}7 + z' = 2{,}647 \text{ саж.}$$

Имѣя эти данныя, мы опредѣляемъ:

1) по формулѣ (4') наибольшее давленіе, которое будетъ:

$$p_{xy} = \frac{Kz + Px}{J_y} x + \frac{Py}{J_x} y + \frac{P}{\Omega}.$$

гдѣ K, P, x, y и z имѣютъ значенія вышеопредѣленныя, а

$$\Omega = 1{,}85 \times 2{,}2 = 4{,}07.$$

$$J_x = \frac{1}{12} AB \times DB^3 = \frac{1}{12} \times 2{,}20 \times 1{,}85^3 = 1{,}1608;$$

$$J_y = \frac{1}{12} BD \times AB^3 = \frac{1}{12} \times 1{,}85 \times 2{,}20^3 = 1{,}6415.$$

Очевидно также, что p_{xy} имѣетъ тогда наибольшее значеніе, когда x и y суть наибольшія возможныя величины, т. е.

$$x = 1{,}10 = \left(\frac{2{,}20}{2}\right) \text{ и } y = 0{,}925 = \left(\frac{1{,}85}{2}\right).$$

Тогда:

$$p = \frac{886 \times 2{,}647 + 18161 \times 0{,}0301}{1{,}6415} \times 1{,}10 + \frac{18161 \times 0{,}0977}{1{,}1608} \times$$

$$\times 0{,}925 + \frac{18161}{4{,}07} = 7814 \text{ пуд. на кв. саж.}$$

$$p' = \frac{7814}{7056} = 1{,}10 \text{ пуд. на кв. дюйм.}$$

2) по формулѣ (5) опредѣляемъ сопротивленіе на срѣзываніе:

$$q = \frac{K}{\Omega} = \frac{886}{4{,}07} = 217{,}7 \text{ пуд. на кв. саж.}$$

$$q' = \frac{217{,}7}{7056} = 0{,}0309 \text{ пуд. на кв. дюйм.}$$

3) по формулѣ (6) опредѣляемъ коэффиціентъ устойчивости на *опрокидываніе:*

$$m = \frac{M_P}{M_K} = \frac{18161 \times 1{,}07}{886 \times 2{,}647} = \frac{19432{,}27}{2345{,}24} = 8{,}285.$$

4) по формулѣ (7) опредѣляемъ коэффиціентъ устойчивости на *скольженіе:*

$$m' = f\frac{P}{K} = \frac{18161}{886} \times 0{,}7 = 14{,}34.$$

Подобнымъ же образомъ произведена нами повѣрка и для остальныхъ сѣченій, и результаты собраны въ таблицу I.

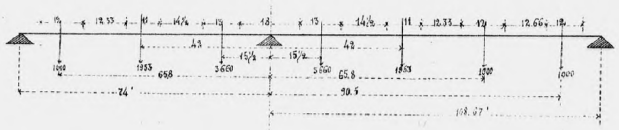
2 случай. Подвижная нагрузка имѣется на обоихъ пролетахъ.

Опредѣленіе силы P. По предъидущему опредѣляемъ:

1) давленіе на каждый подферменный камень въ точкахъ A и B отъ вѣса 10-ти сажен. пролетной части, будетъ $P_1 = 481$ пуд.

2) отъ вѣса 15-ти сажен. пролетной части въ точкахъ C и D будетъ $P_2 = 978$ пуд.

3) давленіе отъ подвижной нагрузки (схема прилож. къ циркуляру № 60 за 1884 г.) вычислена въ предположеніи двухъ паровозовъ, стоящихъ на быкѣ, съ каждой стороны которыхъ прицѣплены груженые вагоны,



при чемъ нагрузка на ось паровоза принята въ 915 пуд. Тогда отъ подвижнаго состава на 15-ти сажен. пролетѣ передается на быкъ:

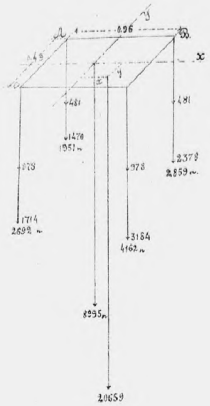
$$(3660 + 1953 + 1000 + 1000) - \left(\frac{3660 \times 15{,}5}{108{,}67} + \frac{1953 \times 42}{108{,}67} +\right.$$

$$\left. + \frac{1000 \times 65{,}83}{108{,}67} + \frac{1000 \times 90{,}5}{108{,}67}\right) = 4898 \text{ пуд.;}$$

и отъ подвижнаго состава на 10-ти сажен. пролетѣ передается на быкъ:

$$(3660+1953+1000)=\left(\frac{3660\times15,5}{74}+\right.$$

$$\left.+\frac{1953\times42}{74}+\frac{1000\times65,83}{74}\right)=3848 \text{ пуд.}$$



Подъ вліяніемъ дѣйствія вѣтра нагрузка эта распредѣлится такъ:

Отъ фермы 15-ти сажен. въ точку C:

$$P_3=\frac{4898\times(2,5-0,75^*)}{5}=1714 \text{ пуд.}$$

и въ точку D:

$$P'_3=\frac{4898\times(2,5+0,75)}{5}=3184 \text{ пуд.}$$

Отъ фермы 10-ти сажен. въ точку A:

$$P''_3=\frac{3848\times(2,5-0,59^*)}{5}=1470 \text{ пуд.}$$

и въ точку B:

$$P'''_3=\frac{3848\times(2,5+0,59)}{5}=2378 \text{ пуд.}$$

4) собственный вѣсъ быка отъ верхней площадки до сѣченія на 1,7 нижележащаго, будетъ по предъидущему:

$$P_4=8995 \text{ пуд.}$$

Равнодѣйствующая этихъ силъ будетъ:

$$P=2P_1+2P_2+P_3+P'_3+P''_3+P'''_3+P_4=20659 \text{ пуд.};$$

и точку приложенія (координаты x и y) опредѣлимъ, составивъ выраженіе моментовъ относительно осей

x—овъ и y—овъ—M_x и M_y:

$$M_x=20659.\,y=(4162+2692-2859-1951)0,245=500,80;$$

$$M_y=20659.\,x=(4162+2859-1951-2692)0,48=1141,44.;$$

*) Принятая въ настоящемъ расчетѣ подвижная нагрузка составитъ на погон. футъ:

для 15 саж. пролета $\frac{7613}{108,67}=70$ пуд.,

и $x=7\ \mathrm{tg}\alpha=7\ \frac{7,50}{70}=0,75$;

для 10 саж. пролета $\frac{6613}{741}=89,40$ пуд.,

и $x=7\ \mathrm{tg}\alpha=7\ \frac{7,50}{89,40}=0,59$.

откуда:

$$x=\frac{1141,44}{20659}=0,055;$$

$$y=\frac{500,80}{20659}=0,024.$$

Опредѣленіе силы K. Сила K составится изъ:

1) давленія вѣтра на подвижной составъ, имѣющійся на 15-ти сажен. пролетѣ, равный, по предъидущему:

$$K_1=408 \text{ пуд.}$$

2) давленія вѣтра на подвижной составъ, имѣющійся на 10-ти сажен. пролетѣ, равный

$$K'_1=\frac{7,5\times74}{2}=278 \text{ пуд.}$$

съ точкой приложенія, по предъидущему на 1,00 саж. отъ подошвы рельсъ, или на 1,91 отъ верхней площадки быка;

3) давленія вѣтра на 15-ти сажен. ферму:

$$K_2=247 \text{ пуд.},$$

съ точкой приложенія въ центрѣ балансировъ, или на 0,40 саж. отъ верхней площадки быка;

4) давленія вѣтра на 10-ти саж. ферму:

$$K'_2=115 \text{ пуд.},$$

съ точкой приложенія въ центрѣ балансировъ, или на 0,52 саж. отъ верхней площадки быка;

5) давленія вѣтра на часть боковой поверхности:

$$K_3=116 \text{ пуд.},$$

съ точкой приложенія на половинѣ высоты разсматриваемой боковой поверхности, т. е. на 0,85 саж. ниже верхней площадки быка.

Равнодѣйствующая всѣхъ этихъ силъ будетъ:

$$K=K_1+K'_1+K_2+K'_2+K_3=1164 \text{ пуд.}$$

Допуская тоже предположеніе, что сила K находится въ плоскости симметріи $x\ o\ z$, опредѣлимъ точку ея приложенія по предъидущему:

$$z=1,7+\frac{1370,26}{1164}=2,877.$$

На основаніи этихъ данныхъ и пользуясь формулами (4′), (5), (6) и (7) опредѣлимъ:

$p=1,20$ пуд. на кв. дюймъ;

$q=0,0405$ пуд. на кв. дюймъ;

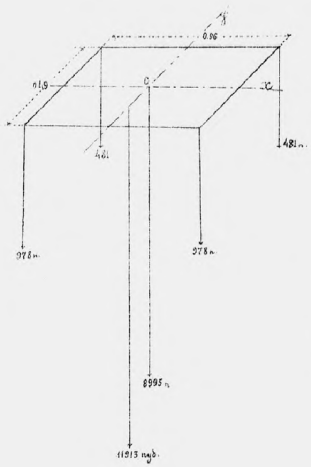
$m=6,42$;

$m'=12,42$;

для площади горизонтальнаго сѣченія на 1,7 отъ верхней площадки быка. Такимъ же образомъ опредѣлимъ эти элементы, подтверждающіе прочную устойчивость быка и для остальныхъ 10-ти сѣченій. Результаты этихъ исчисленій собраны въ прилагаемой таблицѣ II.

3 случай. Подвижной нагрузки на пролетахъ не имѣется и давленіе вѣтра принимается въ $1^1/_3$ пуда на квадр. дюймъ.

Опредѣленіе силы P. Сила P составится изъ:



1) давленія вѣса 15-ти сажен. пролетной части, по P_1=978 пуд. на каждый подферменный камень;

2) давленія вѣса 10-ти сажен. пролетной части P_2=481 на подферменный камень;

3) собственный вѣсъ быка, по предъидущему P_3=8995.

Равнодѣйствующая этихъ силъ будетъ:

$$P=2P_1+2P_2+P_3=11913 \text{ пуд.}$$

и точку приложенія (координаты x и y) опредѣлимъ изъ выраженія моментовъ M_x и M_y:

$$M_x=11913.\,y=2\times978\times0{,}245-2\times481\times\times0{,}245=244 \text{ пудо-саж.}$$

$$M_y=11913.\,x=978\times048+481\times0{,}48-978\times\times048-481\times048=0.$$

Откуда:

$$x=0;$$

$$y=\frac{244}{11913}=0{,}02 \text{ саж.}$$

Опредѣленіе силы K. Сила K въ данномъ случаѣ составляется изъ:

1) давленія вѣтра на 15-ти сажен. ферму въ $1^1/_3$ пуда на кв. ф.

$$K_1=\frac{22{,}42\times1{,}33\times49\times060}{2}=438{,}33 \text{ пуд.}$$

2) давленія вѣтра на 10-ти саженную ферму:

$$K_2=\frac{10{,}466\times1{,}33\times49\times0{,}60}{2}=205 \text{ пуд.}$$

Точка приложенія первой находится, по предъидущему на 0,40, а второй на 0,52 саж. отъ верхней площадки быка.

3) давленія вѣтра на часть боковой поверхности быка по высотѣ 1,70 саж.:

$$K_3=1{,}85\times1{,}70\times1{,}33\times49=204 \text{ пуд.,}$$

1-й случай.

ТАБЛИЦА I.

Подвижная нагрузка имѣется только на 15-ти саженномъ пролетѣ.

Разстояніе разсматриваемаго сѣченія отъ верхней площадки. h саж.	Вертикальная сила. P пуды.	Координаты точки ея приложенія. x саж.	y саж.	Горизонтальная сила. K пуды.	Разстояніе точки ея приложенія отъ разсматриваемаго сѣченія z саж.	Координаты точки, относительно которой опредѣляется давленіе. x саж.	y саж.	Площадь разсматриваемаго сѣченія. Ω саж.	Моментъ ея инерціи относительно главныхъ осей. J_x (саж.)^4	J_y (саж.)^4	Наибольшее сопротивленіе давленію. P пуды.	Наибольшее сопротивленіе срѣзыванію. q пуды.	Коэффиціентъ устойчивости противъ опрокидыванія. m	Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе. m'
1,7	18161	0,0301	0,0980	886	2,647	1,1000	0,925	4,070	1,1608	1,6415	1,100	0,0309	8,285	14,34
2,7	22905	0,0231	0,0748	954	3,422	1,1325	0,975	4,417	1,3995	1,8880	1,225	0,0306	7,783	16,81
3,7	28306	0,0187	0,0606	1023	4,157	1,1650	1,025	4,776	1,6730	2,1610	1,354	0,0303	7,630	19,37
4,7	33897	0,0156	0,0506	1093	4,858	1,1975	1,075	5,149	1,9835	2,4615	1,467	0,0300	7,547	21,71
5,7	43043	0,0127	0,0412	1187	5,450	1,2300	1,125	5,535	2,3190	2,7915	1,660	0,0300	8,090	25,37
6,7	45995	0,0115	0,0373	1242	6,154	1,2625	1,175	5,935	2,7310	3,1525	1,679	0,0289	7,522	25,92
7,7	52712	0,0100	0,0325	1321	6,755	1,2950	1,225	6,346	3,1740	3,5470	1,759	0,0295	7,590	27,93
8,7	60041	0,0088	0,0285	1405	7,321	1,3275	1,275	6,770	3,6690	3,9770	1,852	0,0294	7,697	29,91
9,7	68098	0,0078	0,0252	1494	7,854	1,3600	1,325	7,208	4,2180	4,4440	1,947	0,0294	7,848	31,91
10,7	77036	0,0070	0,0222	1589	8,355	1,3925	1,375	7,559	4,8265	4,9500	2,064	0,0298	8,077	33,93
11,7	96005	0,0057	0,0185	1750	8,700	1,4250	1,425	8,122	5,4980	5,4980	2,320	0,0310	8,950	38,40

2-й случай.

ТАБЛИЦА II.

Подвижная нагрузка имѣется на обоихъ пролетахъ.

Разстояніе разсматриваемаго сѣченія верхней площадки. h саж.	Вертикальная сила. P пуды.	Координаты точки ея приложенія. x саж.	y саж.	Горизонтальная сила. K пуды.	Разстояніе точки ея приложенія отъ разсматриваемаго сѣченія. z саж.	Координаты точки, относительно которой опредѣляется давленіе. x саж.	y саж.	Площадь разсматриваемаго сѣченія. Ω саж.	Моментъ ея инерціи относительно главныхъ осей. J_y (саж.)^4	J_x (саж.)^4	Наибольшее сопротивленіе давленію. p пуды.	Наибольшее сопротивленіе срѣзыванію. q пуды.	Коэффиціентъ устойчивости противъ опрокидыванія. m	Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе m'
1,7	20659	0,055	0,024	1164	2,877	1,1000	0,925	4,070	1,1608	1,6415	1,200	0,0405	6,42	12,42
2,7	25519	0,029	0,017	1233	3,707	1,1325	0,975	4,417	1,3995	1,8880	1,316	0,0395	6,16	14,49
3,7	30920	0,025	0,014	1302	4,466	1,1650	1,025	4,776	1,6730	2,1610	1,459	0,0386	6,06	16,62
4,7	36511	0,021	0,012	1372	5,229	1,1975	1,075	5,149	1,9835	2,4615	1,586	0,0386	5,99	18,63
5,7	45541	0,025	0,011	1465	5,860	1,2300	1,125	5,535	2,3190	2,7915	1,800	0,0370	6,45	21,75
6,7	48609	0,016	0,009	1521	6,617	1,2625	1,175	5,935	2,7310	3,1525	1,807	0,0363	6,02	22,37
7,7	55326	0,014	0,009	1600	7,256	1,2950	1,225	6,346	3,1740	3,5470	1,902	0,0357	6,10	24,20
8,7	62655	0,012	0,007	1684	7,878	1,3275	1,275	6,770	3,6690	3,9770	2,013	0,0352	6,22	26,04
9,7	70712	0,010	0,006	1773	8,456	1,3600	1,325	7,208	4,2180	4,4440	2,094	0,0349	6,36	27,92
10,7	79650	0,009	0,006	1878	9,009	1,3925	1,375	7,559	4,8265	4,9500	2,216	0,0352	6,51	29,69
11,7	98503	0,012	0,005	2028	9,370	1,4250	1,425	8,122	5,4980	5,4980	2,480	0,0350	7,33	34,00

3-й случай.

ТАБЛИЦА III.

Подвижной нагрузки не имѣется на пролетахъ.

Разстояніе разсматриваемаго сѣченія отъ верхней площадки. h саж.	Вертикальная сила. P пуды.	Координаты точки ея приложенія. x саж.	y саж.	Горизонтальная сила. K пуды.	Разстояніе точки ея приложенія отъ разсматриваемаго сѣченія. z саж.	Координаты точки, относительно которой опредѣляется давленіе. x саж.	y саж.	Площадь разсматриваемаго сѣченія. Ω саж.	Моментъ ея инерціи относительно главныхъ осей. J_x (саж.)^4	J_y (саж.)^4	Наибольшее сопротивленіе давленію. p пуды.	Наибольшее сопротивленіе срѣзыванію. q пуды.	Коэффиціентъ устойчивости противъ опрокидыванія. m	Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе. m'
1,7	11913	0,000	0,020	847	1,830	1,1000	0,925	4,070	1,1608	1,6415	0,590	0,0300	8,450	9,85
2,7	16657	0,000	0,011	968	2,496	1,1325	0,975	4,417	1,3995	1,8880	0,706	0,0310	7,808	12,04
3,7	22058	0,000	0,008	1090	3,159	1,1650	1,025	4,776	1,6730	2,1610	0,903	0,0323	7,463	14,16
4,7	27649	0,000	0,007	1216	3,853	1,1975	1,075	5,149	1,9835	2,4615	1,098	0,0335	7,069	15,92
5,7	36795	0,000	0,006	1381	4,320	1,2300	1,125	5,535	2,3190	2,7915	1,320	0,0350	7,580	18,65
6,7	39747	0,000	0,005	1479	4,987	1,2625	1,175	5,935	2,7310	3,1525	1,380	0,0353	6,803	18,81
7,7	46464	0,000	0,004	1619	5,508	1,2950	1,225	6,346	3,1740	3,5470	1,610	0,0362	6,748	20,09
8,7	53793	0,000	0,003	1768	6,003	1,3275	1,275	6,770	3,6690	3,9770	1,676	0,0370	6,733	21,30
9,7	61850	0,000	0,003	1926	6,470	1,3600	1,325	7,208	4,2180	4,4440	1,767	0,0378	6,751	22,48
10,7	70788	0,000	0,002	2094	6,910	1,3925	1,375	7,559	4,8265	4,9500	1,911	0,0393	6,812	23,66
11,7	89757	0,000	0,003	2378	7,210	1,4250	1,425	8,122	5,4980	5,4980	2,200	0,0410	7,460	26,42

съ точкой приложенія на 0,85 ниже верхней площадки быка.

Равнодѣйствующая всѣхъ этихъ силъ будетъ:

$$K = K_1 + K_2 + K_3 = 847 \text{ пуд.}$$

Координаты z опредѣлятся, по предъидущему, изъ выраженія момента относительно верхней площадки:

$$z = 1{,}70 + \frac{108{,}40}{847} = 1{,}83 \text{ саж.}$$

На основаніи этихъ данныхъ и пользуясь формулами (4'), (5), (6) и (7) опредѣлимъ:

$p = 0{,}59$ пуд. на кв. дюймъ;

$q = 0{,}03$ пуд. на кв. дюймъ;

$m = 8{,}45$;

$m' = 9{,}85$;

для площади горизонтальнаго сѣченія на 1,7 отъ верхней площадки. Такимъ же образомъ опредѣлимъ эти элементы, подтверждающіе прочную устойчивость быка и для остальныхъ 10-ти горизонтальныхъ сѣченій. Результаты этихъ исчисленій собраны въ прилагаемой таблицѣ III.

По разсмотрѣніи этихъ таблицъ, мы приходимъ къ тому заключенію, что приданные размѣры промежуточнымъ опорамъ и безъ употребленія продкладныхъ рядовъ удовлетворяютъ условіямъ прочной устойчивости.

Давленіе на грунтъ (известнякъ) опредѣлимъ для самаго невыгоднаго случая (2 случай), когда давленіе въ верхней плоскости цоколя $= 20659 + (59{,}88 \times 1300) = 98503$ пуд.

Полная нагрузка составится изъ предъидущаго вѣса + вѣсъ цоколя $= 3{,}00 \times 3{,}00 \times 1{,}50 \times 1300 = 17550$ пуд. и + вѣсъ фундамента $= 3{,}20 \times 3{,}20 \times 1{,}00 \times 1300 = 13312$. Всего 129365 пуд.

Нагрузка передается на площадь $3{,}20 \times 3{,}20 \times 7056 = 72253{,}44$ кв. дюйм.

и на квадратный дюймъ придется

$$p = \frac{129365}{72253{,}4} = 1{,}79 \text{ пуд.};$$

нагрузка, вполнѣ могущая быть допущенной.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *П. Журданъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ляпуновъ.*

Инженеръ *Г. Викторовъ.*

Составилъ Инженеръ *Г. Викторовъ.*

(Въ исправленномъ видѣ)

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Къ проекту, утвержденному по докладу Департамента ж.ж. дорогъ отъ 10 Сентября 1892 года, № 1962.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

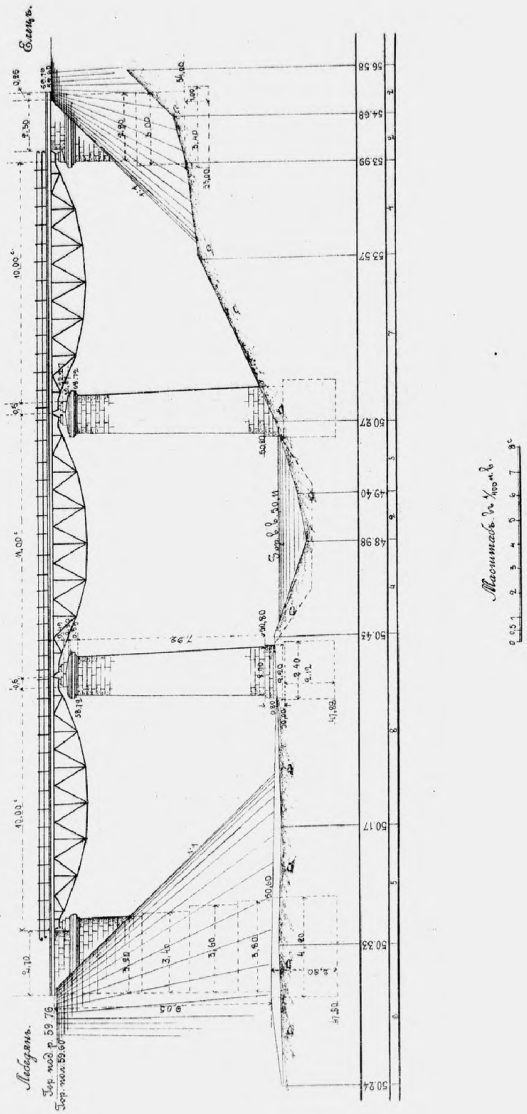
къ проекту моста чрезъ р. ТАЛИЦУ.

отверстіемъ 30,00 сажень (3 пролета), съ ѣздою по верху,

на 143 верстѣ

Лебедянь-Елецкой линіи.

Типо-литогр. П. П. Ивановъ



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку **ТАЛИЦУ**,

отверстіемъ 30 сажень, на 143 верстѣ (пик. №. 571+12)

Лебедянь-Елецкой линіи.

Опредѣленіе отверстія моста.

Для опредѣленія горизонта высокой воды ручья Талицы и по нему расхода, пользуемся двумя путями: коэффиціентами *Бѣлинскаго*, по которымъ для бассейновъ отъ 50 до 100 кв. верстъ, величина живого сѣченія въ квадр. саженяхъ получится умножая число квадр. верстъ бассейна на 0,07. Другой путь—данныя *Кестлина*, которыми можемъ пользоваться въ виду того, что данный бассейнъ немногимъ превосходитъ 50 кв. верстъ.

Имѣемъ:

Площадь бассейна р. Талицы . . . . . $\Omega = 60{,}68$ кв. вер.

Средній уклонъ. . . . . $i = 0{,}00656$.

Длина бассейна. . . . . $L = 16$ верстъ.

По *Бѣлинскому:*

$$\omega = 60{,}68 \times 0{,}07 = 4{,}25 \text{ кв. саж.}$$

По *Кестлину* расходъ:

$$Q = A.\Omega.L = 1{,}875 \times 60{,}68 \times \frac{1}{16} = 7{,}11 \text{ куб. саж.}$$

Этотъ расходъ соотвѣтствуетъ отмѣткѣ *г. в. в.* 50,11, при которой площадь живого сѣченія

$$\omega = 4{,}48 \text{ кв. саж.},$$

близко подходитъ къ ω, опредѣленному по *Бѣлинскому*.

Согласно даннаго живого сѣченія находимъ смачиваемый периметръ:

$$p=3{,}46+2+3{,}34=8{,}8.$$

Подводный радіусъ $R=\frac{\omega}{p}=\frac{4{,}48}{8{,}8}=0{,}51$ и средн. скорость

$$v=C\sqrt{Ri}=27{,}91\sqrt{0{,}51\times0{,}00656}=1{,}61 \text{ саж.};$$

расходъ $Q=\omega\,.\,v=4{,}48\times1{,}61=7{,}21$ куб. саж.,

весьма мало разнится отъ расхода, опредѣленнаго по *Бестлину*, а потому *г. в. в.* при отмѣткѣ 50,11 можетъ быть принятъ за дѣйствительный.

Хотя скорость 1,61 можетъ быть допущена въ виду скалистаго дна р. Талицы, но во избѣжаніе подмыва откосовъ канавы и конусовъ у устоевъ, имѣющихъ быть укрѣпленными одиночной мостовой, уменьшаемъ скорость до 1,00 сажени и проектируемъ подходящее русло съ одиночными откосами.

Необходимая ширина по низу русла найдется изъ условія, чтобы при извѣстномъ горизонтѣ площадь живого сѣченія, умноженная на единицу (скорость $v=1{,}00$ саж.) дала-бы расходъ 7,11 куб. саж., при чемъ уклонъ русла найдется изъ условія:

$$v=C\sqrt{Ri}=1{,}00.$$

Задаемся шириной русла въ 10,00 саж. и получимъ: глубина воды въ руслѣ $h=0{,}67$.

Уклонъ $i=\frac{1}{C^2\times R}=\frac{1}{(27{,}91)^2\times0{,}67}=0{,}002.$

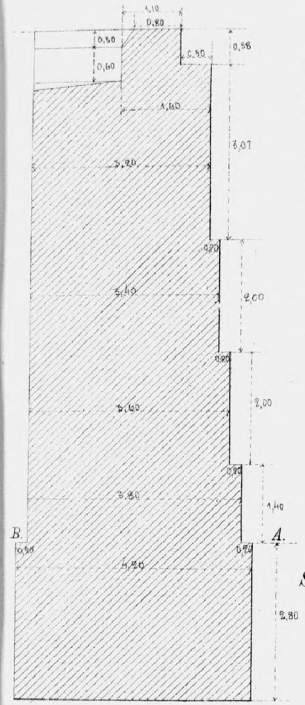
Такой уклонъ $i=0{,}002$ придаемъ руслу вверхъ и внизъ отъ оси моста, на 10 сажень.

Живое сѣченіе русла между быками: $(11{,}00-2{,}40)\times0{,}67=$ $=5{,}76$ кв. саж. и слѣдовательно средняя скорость $=\frac{7{,}11}{5{,}76}=1{,}24$ саж.

Далѣе задаемся тремя пролетами по 10 сажень, проектируя два устоя и два быка, между которыми и устраиваемъ русло для пропуска воды.

Повѣрка устойчивости устоевъ моста чрезъ ручей Талицу.

ЛЕБЕДЯНСКІЙ УСТОЙ.



Повѣрка устойчивости производится на вращеніе у ребра A и на скольженіе по плоскости AB.

Распоръ земли:

$E=\Psi h(\gamma h+2v)$;

$\Psi=\frac{1}{2}tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)=0{,}119$,—при

$\varphi=38^0$;

$h=9{,}00$ саж.—высота насыпи;

$v=643$ пуд. временная нагрузка на кв. саж., замѣняющая давленіе поѣзда;

$\gamma=1000$ пуд.—вѣсъ куб. саж. земли;

$E=0{,}119\times9(1000\times9+2\times643)=11016{,}31.$

Плечо распора:

$$e=h\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v}=\frac{9\times1000\times9+3\times643}{3\times1000\times9+6\times643}=3{,}19.$$

Моментъ распора:

$$M_e=E_e=11016{,}31\times3{,}19=35142.$$

Моментъ вѣса относительно ребра A:

$$S_A=3{,}80\times1{,}40\times1{,}90+3{,}60\times2{,}00\times(1{,}80+0{,}20)+3{,}40\times2{,}00\times$$
$$\times(1{,}70+0{,}40)+3{,}20\times2{,}72\times(1{,}60+0{,}60)-\frac{1{,}60\times0{,}15}{2}\times$$
$$\times\left(\frac{2\times1{,}60}{3}+2{,}20\right)+1{,}60\times0{,}35\times(0{,}80+0{,}60)+0{,}58\times$$
$$\times1{,}00\times(0{,}50+0{,}50+0{,}60)-\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\left(\frac{2\times20}{3}+0{,}80+\right.$$
$$\left.+1{,}10\right)=58{,}343 \text{ (саж.)}^3$$

Моментъ вѣса:

$$M_A=58{,}343\times1300=75845{,}90\backsim75846 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе:

$$m=\frac{M_A}{M_e}=\frac{75846}{35142}=2{,}15 \text{ (Курсъ } \textit{Николаи}\text{, стр. 402)};$$

при чемъ не принято во вниманіе сцѣпленіе раствора по плоскости AB, моментъ котораго относительно ребра A будетъ:

$M_\alpha=3{,}6\times1{,}8\times1470=9526$, гдѣ 1470 пуд. сцѣпленіе раствора на квадр. сажень; очевидно коэффиціентъ устойчивости въ дѣйствительности еще больше и вполнѣ гарантируетъ безопасность сооруженія.

Повѣряя на скольженіе по плоскости AB, находимъ при величинѣ площади поперечнаго сѣченія устоя:

$$\omega = 3{,}80 \times 1{,}40 + 3{,}60 \times 2{,}00 + 3{,}40 \times 2{,}00 + 3{,}20 \times 2{,}72 - \frac{1{,}60 \times 0{,}15}{2} + 1{,}60 \times 0{,}35 + 0{,}58 \times 1{,}00 - \frac{0{,}30 \times 0{,}20}{2} =$$

$= 28{,}79$ кв. саж.

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$m = f \cdot \frac{P}{E} = 0{,}7 \times \frac{28{,}79 \times 1300}{11016} = 2{,}37;$$

а принимая во вниманіе сцѣпленіе раствора, 1470 пуд. на квадр. саж., получимъ:

$$m_1 = f \cdot \frac{P}{E} + f \frac{p}{E} = 2{,}37 + \frac{3{,}6 \times 1470}{11016} = 2{,}37 + 0{,}48 = 2{,}85.$$

Опредѣленіе давленія на каменную кладку и грунтъ.

Подферменные камни, размѣрами $0{,}50 \times 0{,}34 \times 0{,}20$ и площадью $0{,}34 \times 0{,}50 \times 84^2 = 1199{,}52$ квадр. дюйм., выдерживаютъ давленіе вѣса фермъ и подвижной нагрузки:

$A = (p+k)\,l = (20{,}5 + 62{,}5) \times 76' = 6308$ пуд., а на одинъ камень $\frac{6308}{2} = 3154$ или $\frac{3154}{1199} = 2{,}63$ пуда на квадр. дюймъ.

Давленіе на кладку въ плоскости AB получится прибавивъ къ давленію фермъ вѣсъ кладки до плоскости AB:

Вѣсъ фермъ и подвижной нагрузки . . . . . 6308 пуд.

Вѣсъ кладки до плоскости AB:

$28{,}79 \times 2{,}2 \times 1300 = 82339{,}40 \backsim 82340$ „

88648 пуд.

Давленіе это передается на площадь $3{,}8 \times 2{,}2 \times 84^2 = 58988{,}16$; откуда давленіе на квадр. дюймъ площади $\frac{88648}{58988} = 1{,}50$ пуд. < 3 пуд., слѣдовательно, прокладного ряда не требуется.

Давленіе на грунтъ получится изъ:

Вѣса фермъ и временной нагрузки. . . . . 6308 пуд.

Вѣса кладки до подошвы основанія $82340 + 4{,}20 \times 2{,}70 \times 2{,}40 \times 1300$ . . . . . $= 117720$ „

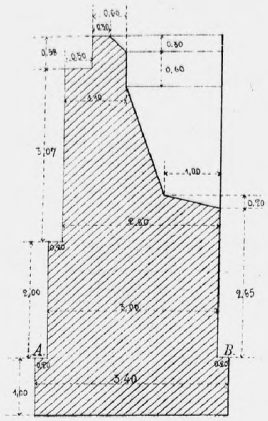
124028 пуд.

Площадь основанія $4{,}2 \times 2{,}4 \times 84^2 = 71124{,}48$.

Откуда давленіе на квадр. дюймъ подъ подошвой основанія:

$$\frac{124028}{71124{,}5} = 1{,}74 \text{ пуд.}$$

ЕЛЕЦКІЙ УСТОЙ



Дѣлаемъ повѣрку устойчивости на вращеніе у ребра A и на скольженіе въ плоскости AB.

Распоръ земли при высотѣ насыпи 5,60 будетъ:

$$E' = 0{,}119 \times 5{,}60 (1000 \times 5{,}60 + 2 \times 643) = 4588{,}80 \text{ пуд.}$$

и плечо распора

$$e' = 5{,}60 \times \frac{1000 \times 5{,}60 + 3 \times 643}{3 \times 1000 \times 5{,}60 + 6 \times 643} = 2{,}048 \text{ саж.}$$

Статическій моментъ сѣченія устоя относительно ребра A:

$$S'_A = 3{,}00 \times 2{,}00 \times 1{,}50 + 2{,}80 \times 0{,}85 \times (1{,}40 + 0{,}20) - \frac{1{,}00 \times 0{,}20}{2} \times \left(2{,}00 \times \frac{2 \times 1{,}00}{3}\right) + 1{,}80 \times 1{,}90 \times (0{,}90 + 0{,}20) - \frac{0{,}70 \times 1{,}90}{2} \times \left(1{,}30 + \frac{2 \times 0{,}70}{3}\right) + 0{,}30 \times 1{,}10 \times (0{,}20 + 0{,}55) + 0{,}60 \times 0{,}60 \times (0{,}30 + 0{,}70) - \frac{0{,}30 \times 0{,}30}{2} \times \left(1{,}00 + \frac{2 \times 0{,}30}{3}\right) = 15{,}68 \text{ (саж.)}^3$$

Моментъ вѣса:

$$M_A = 15{,}68 \times 1300 = 20444.$$

Моментъ распора:

$$M = E'e' = 4588{,}8 \times 2{,}048 = 9397{,}86 \backsim 9397{,}9 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе у ребра A:

$$m' = \frac{20444}{9397{,}9} = 2{,}17.$$

Площадь разрѣза устоя:

$$\omega = 3{,}00 \times 2{,}00 + 2{,}80 \times 0{,}85 - \frac{1{,}00 \times 0{,}20}{2} + 1{,}80 \times 1{,}90 - \frac{0{,}70 \times 1{,}90}{2} + 0{,}30 \times 1{,}10 + 0{,}60 \times 0{,}60 - \frac{0{,}30 \times 0{,}30}{2} =$$

$= 11{,}68$ квадр. саж.

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости AB:

$$m'' = \frac{11{,}68 \times 1300}{4588{,}8} \times 0{,}7 = 2{,}32.$$

Опредѣленіе давленія на каменную кладку и грунтъ.

Давленіе на подферменные камни и отъ нихъ на кладку, по предыдущему, не превосходитъ допускаемаго.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составляется изъ:

1) вѣса фермъ и подвижной нагрузки . . . . . 6308 пуд.

2) вѣса кладки до плоскости AB:

$11{,}68 \times 2{,}2 \times 1300 = 33404{,}8 \backsim 33405$ „

39713 пуд.

Давленіе это передается на площадь:

$$2{,}20\times3{,}00\times84^2=46569{,}6 \text{ кв. дюйм.}$$

и на одинъ квадратный дюймъ приходится:

$$p=\frac{39713}{46569{,}6}=0{,}85 \text{ пуд.},$$

слѣдовательно, прокладного ряда не требуется.

Давленіе на грунтъ составится изъ:

1) предыдущаго . . . . . 39713 пуд.

2) вѣса кладки отъ плоскости AB:

$3{,}4\times1{,}00\times2{,}4\times1300$ . . . $=10608$ „

50321 пуд.;

и передается площадью

$$3{,}4\times2{,}4\times84^2=57576{,}96 \text{ кв. дюйм.};$$

давленіе на квадратный дюймъ:

$$p''=\frac{50321}{57576{,}96}=0{,}87 \text{ пуд.},$$

что можетъ быть допущено вполнѣ безопасно.

БЫКЪ.

Толщину быка по верху опредѣляемъ по формулѣ:

$$N=0{,}78+0{,}147H\sqrt[3]{\frac{l}{H}} \text{ метровъ},$$

гдѣ: $H=8{,}00$ саж. $=17{,}07^{m.}$—высота быка;

$l=11{,}00$ саж. $=23{,}47^{m.}$—разстояніе между осями быковъ;—

$$N=0{,}78+0{,}147\times17{,}07\sqrt[3]{\frac{23{,}47}{17{,}07}}=3{,}56^{m.}=\backsim1{,}60 \text{ саж.}$$

Толщину быка у обрѣза цоколя получимъ задавшись уклономъ граней въ $^1/_{40}$; находимъ:

$$N'=1{,}6+\frac{7{,}92}{40}\times2=2{,}00 \text{ саж.}$$

Давленіе подъ подошвою основанія быка при площади основанія: $2{,}9\times2{,}4=6{,}96$ кв. саж. $=49109{,}76$ кв. дюйм. обусловлено:

а) Вѣсомъ быка . . . . . 44939 пуд.

б) „ фундамента . . . . . 24459 „

в) „ фермъ . . . . . 3117 „

г) „ подвижной нагрузки . . . . . 9500 „

82015 пуд.,

$$\text{или } \frac{82015}{49110}=1{,}67 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Давленіе это безопасно, въ виду скалистаго грунта, допускающаго 3—5 пудовъ.

Повѣрка устойчивости быковъ на опрокидываніе и прочности матеріала отъ неравномѣрнаго сжатія подъ вліяніемъ дѣйствія силы вѣтра.

Сила, опрокидывающая быкъ, составляется изъ давленія вѣтра на вертикальную проекцію боковой грани быка и проекцію боковой поверхности фермъ, принимаемую равною 0,60 сплошной площади, ограниченной наружнымъ очертаніемъ, согласно циркуляра М. П. С. № 60—1884 года (Указатель № 2).

Силу, сопротивляющуюся опрокидыванію, представляетъ собственный вѣсъ фермъ, быка и подвижной нагрузки, если она имѣется.

Нами разсмотрѣно два случая:

1) при отсутствіи подвижной нагрузки на мосту и

2) когда подвижная нагрузка имѣется.

1-й случай:

А) сила, сопротивляющаяся опрокидыванію:

а) вѣсъ быка

$$8{,}27\times\frac{2{,}10\times1{,}60+2{,}50\times2{,}00}{2}\times1300=44939 \text{ пуд.};$$

б) собственный вѣсъ фермъ 10 саж. пролета, приходящійся на быкъ

$$2(20{,}5\times76)=3116 \text{ пуд.}$$

В) Силы опрокидывающія:

а) давленіе вѣтра въ $1^1/_3$ пуд. на кв. футъ проекціи быка:

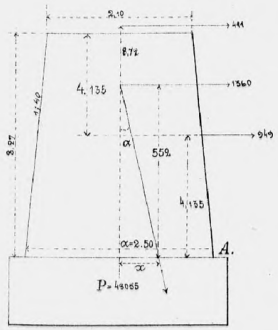
$$\frac{1{,}60+2{,}00}{2}\times8.27\times49\times1{,}3=948{,}24\backsim949 \text{ пуд.},$$

приложенное на 4,135 саж. (на $^1/_2$ h) отъ ребра, у котораго повѣряется опрокидываніе,—принято такъ ввиду незначительности уклона граней;

б) давленіе вѣтра въ $1^1/_3$ пуд. на боковую поверхность фермъ:

$$4{,}09\times75{,}5\times1{,}33=410{,}97\backsim411 \text{ пуд.},$$

приложенное на половинѣ высоты фермъ, т. е. 0,45 саж. отъ верха опоры, или на $8{,}27+0{,}45=8{,}72$ саж. отъ плоскости основанія.



Отсюда коэффиціентъ устойчивости k на опрокидываніе будетъ:

$$k=\frac{(3116+44939)1{,}25}{949\times4{,}14+411\times8{,}72}=8{,}00.$$

Неравномѣрное сжатіе у ребра A:

$$tg\alpha=\frac{1360}{48055}=0{,}0283;$$

$$x=5{,}52tg\alpha=0{,}156 \text{ саж.}$$

$$max\ p=\frac{P}{\omega}\left(1+\frac{6\times x}{a}\right)=\frac{48055}{35280}\left(1+\frac{6\times0{,}156}{2{,}5}\right)=1{,}87 \text{ пуд.},$$

что можетъ быть допущено безъ употребленія прокладного ряда.

2-случай:

A') Сила сопротивляющаяся:

а) вѣсъ быка . . . . . 44939 пуд.

б) вѣсъ фермъ . . . . . 3117 „

в) вѣсъ подвижной нагрузки 2(62,5″×76′) . = 9500 „

57556 пуд.

B') Силы опрокидывающія:

а) давленіе вѣтра въ $^3/_4$ пуд. на квадр. футъ проекціи быка:

$$\frac{1,60+2,00}{2}\times 8,27\times 49\times 0,75=\infty 534 \text{ пуд.},$$

приложенное на 4,135 саж. отъ ребра *A*:

б) давленіе вѣтра на фермы:

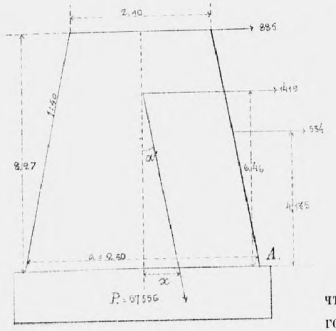
$$75,5\times 4,09\times 0,75=202 \text{ пуд.};$$

в) давленіе вѣтра на подвижной составъ:

$$10 \text{ кв. ф.}\times 76'\times 0,75=570 \text{ пуд.}$$

Сила, приложенная въ плоскости подушекъ и эквивалентная силамъ (*б*) и (*в*):

$$\frac{0,45+8,27}{8,27}\times 202+\frac{1,45+8,27}{8,27}\times 570=885 \text{ пуд.}$$



Отсюда коэффиціентъ устойчивости k':

$$k'=\frac{57556+1,25}{843\times 8,27+534\times 4,135}=7,8.$$

Неравномѣрное сжатіе у ребра *A*:

$$tg\alpha'=\frac{1419}{57556}=0,0246;$$

$$x'=6,46\,tg\alpha'=0,159 \text{ саж.};$$

$$max\ p'=\frac{P}{\Omega}\left(1+\frac{6x}{a}\right)=2,241 \text{ пуд.},$$

что можетъ быть допущено безъ употребленія прокладного ряда.

За Главнаго Инженера *П. Журданъ.*

За Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ляпуновъ.*

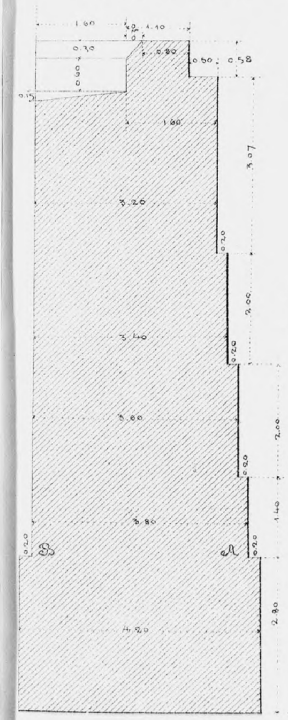
Составилъ Инженеръ Г. Викторовъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА*)
къ проекту моста чрезъ р. ТАЛИЦУ,
на 143 верстѣ
Лебедянь-Елецкой линіи.

Повѣрка устойчивости устоевъ чрезъ р. Талицу.

Лебедянскій устой.



Повѣрка устойчивости производится противъ вращенія около ребра *A* и на скольженіе по плоскости *AB*.

Площадь сѣченія до плоскости *AB*:

$$\omega=\omega_1+\omega_2=\Big(3,80\times 1,40+3,60\times 2,00+3,40\times 2,00+3,20\times 2,72-$$
$$-\frac{1,60\times 0,15}{2}+1,60\times 0,32+0,58\times 1,10-\frac{0,30\times 0,30}{2}\Big)_{\omega_1}+$$
$$+\left(\frac{0,90+1,05}{2}\times 1,60+\frac{0,30\times 0,30}{2}\right)_{\omega_2}=29,009+1,605=$$
$$=30,614 \text{ кв. саж.}$$

Вѣсъ устоя на одну пог. сажень, принимая вѣсъ одной куб. саж. кладки крыльевъ устоя и засыпки=1000 пуд., что послужитъ въ пользу устойчивости, будетъ:

$$P=P_1+P_2=\omega_1 d_1+\omega_2 d_2=29,009\times 1300+1,605\times 1000=$$
$$=37711,70+1605,00=39316,7 \text{ пуд.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра *A*:

$$S_A=S_{A_1}+S_{A_2}=\Big[3,80\times 1,40\times 1,90+3,60\times 2,00\times 2,00+3,40\times$$
$$\times 2,00\times 2,10+3,20\times 2,72\times 2,20-\frac{1,60\times 0,15}{2}\Big(\frac{2\times 1,60}{3}+$$
$$+1,60+0,60\Big)+1,60\times 0,32\times 1,40+0,58\times 1,10\times 1,65-$$
$$-\frac{0,30\times 0,30}{2}\Big(\frac{2\times 0,30}{3}+1,90\Big)\Big]_{S_{A_1}}+\Big[\frac{0,90+1,05}{2}\times 1,60\times$$
$$\times 3,02+\frac{0,30\times 0,30}{2}\times\Big(\frac{2\times 0,30}{3}+1,90\Big)\Big]_{S_{A_2}}=59,220+$$
$$+4,806=64,026 \text{ (саж.)}^3$$

Моментъ вѣса устоя на одну пог. сажень:

$$M_1=S_A d=S_{A_1}d_1+S_{A_2}d_2=59,220\times 1300+4,806\times 1000=$$
$$=76986,00+4806,00=81792,00 \text{ пуд.-саж.}$$

*) Вслѣдствіе условнаго утвержденія въ проектѣ моста Лебедянскаго устоя. См. текстъ утвержденія въ концѣ записки.

Сергіевъ Типо-Литогр. Н. С. Мошкиной.

Плечо момента вѣса относительно ребра A:

$$p_A=\frac{S_A d}{P}=\frac{81792,00}{39316,70}=2,080 \text{ саж.},$$

а принимая во вниманіе вѣсъ моста и подвижной нагрузки

$$p'_A=\frac{81792+2867\times 0,85}{39316,70+2867}=2,00.$$

Распоръ земли на одну погонную сажень, при высотѣ насыпи въ 9,00 саж.

$$\Sigma=\Psi h(\gamma h+2v), \text{ гдѣ при } \varphi=38^0$$

$$\Psi=\tfrac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right)=0,119$$

и распоръ:

$$\Sigma=0,119\times 9(1000\times 9+2\times 643)=11016,31 \text{ пуд.}$$

Плечо распора относительно ребра A:

$$e=h\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v}=9\times\frac{1000\times 9+3\times 643}{3\times 1000\times 9+6\times 643}=3,19 \text{ саж.}$$

Моментъ распора будетъ:

$$M_2=\Sigma\times e=11016,31\times 3,19=35142,03 \text{ пуд.-саж.}$$

Слѣдовательно:

Коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія около ребра A:

$$m_1=\frac{M_1}{M_2}=\frac{81792,00}{35142,03}=2,33.$$

И коэффиціентъ устойчивости на скольженіе по плоскости AB, принимая коэффиціентъ тренія $f=0,7$:

$$m_2=\frac{f\times P}{\Sigma}=\frac{0,7\times 39316,70}{11016,31}=2,50.$$

Въ дѣйствительности эти коэффиціенты будутъ бо́льшими, такъ какъ при высотѣ насыпи болѣе 3,50 саж., не слѣдуетъ принимать во вниманіе временной нагрузки. (Курсъ мостовъ *Николаи*).

Тогда:

Распоръ земли на одну погон. сажень:

$$\Sigma'=\Psi\gamma h^2=0,119\times 1000\times 9^2=9639,00 \text{ пуд.}$$

и плечо распора относительно ребра A:

$$e'=\frac{h}{3}=\frac{9}{3}=3,00 \text{ саж.}$$

Моментъ распора относительно ребра A:

$$M'_2=\Sigma'\times e'=9639,00\times 3,00=28917,00 \text{ пуд.-саж.}$$

и коэффиціентъ устойчивости *):

$$m'_1=\frac{M_1}{M'_2}=\frac{81792,00}{28917,00}=2.83;$$

$$m'_2=\frac{fP}{\Sigma'}=\frac{0,7\times 39316,70}{9639,00}=2,86.$$

Далѣе для запаса устойчивости необходимо, чтобы равнодѣйствующая силъ распора земли и вѣса устоя пересѣкала основаніе AB въ средней его трети, для чего разстояніе этой равнодѣйствующей отъ ребра A должно быть болѣе $\frac{AB}{3}$; для нашего случая $\frac{AB}{3}=$ $=\frac{3,80}{3}=1,267$ саж.

Разстояніе равнодѣйствующей R отъ ребра A_1 будетъ:

$$x=2,00-e'tg\alpha, \text{ гдѣ}$$

e'—плечо распора$=3,00$ саж.

$$\text{и } tg\alpha=\frac{\Sigma'}{p}=\frac{9639,00}{42184\ ^{**)}}=0,228;$$

такимъ образомъ:

$$x=2,00-3,00\times 0,228=1,316 \text{ саж.}>\frac{AB}{3}=1,267 \text{ саж.}$$

Опредѣленіе давленія на каменную кладку и грунтъ.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составится изъ:

1) Вѣса пролетной части и подвижной нагрузки. . . 6308,00 пуд.

2) Вѣса устоя до плоскости AB:

$39316,7\times 2,2=86496,74$ „

92804,74 пуд.

Давленіе это передается на площадь:

$$\beta_1=3,8\times 2,2\times 84^2=58988,16 \text{ кв. дюймъ}$$

и на квадратный дюймъ площади:

$$\alpha_1=\frac{92804,74}{58988,16}=1,57 \text{ пуд.}<3 \text{ пуд.}$$

Давленіе на грунтъ получится изъ:

1) Предыдущаго . . . . . 92804,74 пуд.

2) Вѣса остальной кладки $4,2\times 2,8\times 2,4\times 1300=36691,20$ „

129495,94 пуд.

Площадь основанія:

$$\beta_2=4,2\times 2,4\times 84^2=71124,48 \text{ кв. дюймъ}$$

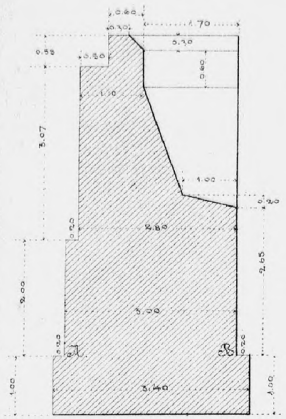
и на одинъ кв. дюймъ основанія:

$$\alpha_2=\frac{129495,94}{71124,48}=1,82 \text{ пуд.}$$

*) Вѣсъ моста не принятъ во вниманіе для запаса устойчивости.

**) *Вѣсъ устоя со включеніемъ вѣса моста и подвижной нагрузки.*

Елецкій устой.



Дѣлаемъ повѣрку устойчивости противъ вращенія около ребра A и на скольженіе въ плоскости AB.

Площадь сѣченія до плоскости AB:

$$\omega=\omega_1+\omega_2=\Big(3{,}00\times2{,}00+2{,}80\times0{,}85-\frac{1{,}00\times0{,}20}{2}+1{,}80\times1{,}90-$$
$$-\frac{0{,}70\times1{,}90}{2}+1{,}10\times0{,}30+0{,}60\times0{,}58-\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\Big)_{\omega_1}+$$
$$+\Big(\frac{0{,}20\times1{,}00}{2}+\frac{1{,}00+1{,}70}{2}\times1{,}90+0{,}90\times1{,}70+\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\Big)_{\omega_2}=$$
$$=11{,}668+4{,}240=15{,}908 \text{ кв. саж.}$$

Вѣсъ устоя на одну пог. сажень, принимая вѣсъ одной куб. сажени кладки крыльевъ устоя и засыпки=1000 пуд., что послужитъ въ пользу устойчивости, будетъ:

$$P=P_1+P_2=\omega_1 d_1+\omega_2 d_2=11{,}668\times1300+4{,}240\times1000=$$
$$=15168{,}40+4240{,}00=19408{,}40 \text{ пуд.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A:

$$S_A=S_{A_1}+S_{A_2}=\Big[3{,}00\times2{,}00\times1{,}50+2{,}80\times0{,}85\times1{,}60-$$
$$-\frac{1{,}00\times0{,}20}{2}\times\Big(\frac{2\times1{,}00}{3}+2{,}00\Big)+1{,}80\times1{,}90\times1{,}10-$$
$$-\frac{0{,}70\times1{,}90}{2}\Big(\frac{0{,}70\times2}{3}+1{,}30\Big)+1{,}10\times0{,}30\times0{,}75+0{,}60\times$$
$$\times0{,}58\times1{,}00-\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\Big(\frac{2\times0{,}30}{3}+1{,}00\Big)\Big]_{S_{A_1}}+\Big[\frac{0{,}20\times1{,}00}{2}$$
$$\Big(\frac{2\times1{,}00}{3}+2{,}00\Big)+\frac{1{,}00+1{,}70}{2}\times1{,}90\times2{,}31+0{,}90\times1{,}70\times$$
$$\times2{,}15+\frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\Big(\frac{2\times0{,}30}{3}+1{,}00\Big)\Big]_{S_{A_2}}=15{,}68+9{,}536=$$
$$=25{,}216 \text{ (саж.)}^3$$

Моментъ вѣса устоя на одну пог. сажень:

$$M_1=S_A d=S_{A_1}d_1+S_{A_2}d_2=15{,}68\times1300+9{,}536\times1000=$$
$$=20384{,}00+9536{,}00=29920{,}00 \text{ пуд.-саж.}$$

Плечо момента относительно ребра A:

$$p_A=\frac{S_A d}{P}=\frac{29920{,}00}{19408{,}40}=1{,}542 \text{ саж.,}$$

а принимая вѣсъ моста и подвижной нагрузки

$$p'_A=\frac{29920+2867\times0{,}45}{19408{,}40+2867}=1{,}401.$$

Распоръ земли на одну пог. сажень, при высотѣ насыпи въ 5,60 саж.

$$\Sigma=\Psi h(\gamma h+2v)=0{,}119\times5{,}60(1000\times5{,}60+2\times643)=4588{,}80 \text{ пуд.}$$

и плечо распора относительно ребра A:

$$e=h\,\frac{\gamma h\times3v}{3\gamma h+6v}=5{,}60\times\frac{1000\times5{,}60+3\times643}{3\times1000\times5{,}60+6\times643}=2{,}048 \text{ саж.}$$

Моментъ распора будетъ:

$$M_2=4588{,}8\times2{,}048=9397{,}86 \text{ пуд.-саж.}$$

Слѣдовательно:

Коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія около ребра A:

$$m_1=\frac{M_1}{M_2}=\frac{29920{,}00}{9397{,}86}=3{,}18$$

и коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости AB:

$$m_2=\frac{f\times P}{\Sigma}=\frac{0{,}7\times19408{,}40}{4588{,}80}=2{,}96.$$

Въ дѣйствительности эти коэффиціенты будутъ бо́льшими, такъ какъ при высотѣ насыпи болѣе 3,50 саж., не слѣдуетъ принимать во вниманіе временной нагрузки.

Тогда:

Распоръ земли на одну пог. сажень:

$$\Sigma'=\Psi h^2\gamma=0{,}119\times1000\times5{,}60^2=3731{,}84 \text{ пуд.}$$

и плечо распора относительно ребра A:

$$e'=\frac{h}{3}=\frac{5{,}60}{3}=1{,}867 \text{ саж.}$$

Моментъ распора относительно ребра A:

$$M'_2=\Sigma'\times e'=3731{,}84\times1{,}867=6967{,}35 \text{ пуд.-саж.}$$

И коэффиціентъ устойчивости:

$$m'_1=\frac{M_1}{M'_2}=\frac{29920}{6967{,}35}=4{,}29;$$

$$m'_2=\frac{fp}{\Sigma'}=\frac{13585{,}88}{3731{,}84}=3{,}64.$$

Далѣе, для запаса устойчивости необходимо, чтобы равнодѣйствующая R отъ силъ распора земли и вѣса устоя пересѣкала бы основаніе въ средней его трети, для чего разстояніе этой равнодѣйствующей отъ ребра A должно быть больше $\frac{AB}{3}=\frac{3{,}00}{3}=1{,}00$ саж.

Разстояніе равнодѣйствующей R отъ ребра A:

$$x=1{,}401-e'tg\alpha, \text{ гдѣ}$$

e'—плечо распора=1,867 и

$$tg\alpha=\frac{\Sigma'}{p}=\frac{3731{,}84}{22275\ ^{*)}}=0{,}167.$$

Тогда:

$$x=1{,}401-1{,}867\times0{,}167=1{,}09 \text{ саж.}>\frac{AB}{3}=1{,}00 \text{ саж.}$$

*) *Вѣсъ устоя со исключеніемъ вѣса моста и подвижной нагрузки.*

Давленіе на каменную кладку и грунтъ.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составляется изъ:

1) Вѣса фермъ и подвижной нагрузки . . . . 6308,00 пуд.

2) Вѣса кладки до плоскости AB:

$$19408{,}4 \times 2{,}2 = 42698{,}48 \text{ „}$$

49006,48 пуд.

Давленіе это передается на площадь:

$$\beta_1 = 2{,}20 \times 3 \times 84^2 = 46569{,}60 \text{ кв. дюймъ.}$$

На одинъ квадратный дюймъ площади:

$$\alpha_1 = \frac{49006{,}48}{46569{,}60} = 1{,}05 \text{ пуд.}$$

Давленіе на грунтъ составится изъ:

1) Предыдущаго . . . . . 49006,48 пуд.

2) Вѣса кладки отъ плоскости AB:

$$3{,}4 \times 2{,}4 \times 1300 = 10608{,}00 \text{ „}$$

59614,48 пуд.

и передается на площадь:

$$\beta_2 = 3{,}4 \times 2{,}4 \times 84^2 = 57576{,}96 \text{ кв. дюймъ.}$$

Давленіе на одинъ квадратный дюймъ:

$$\alpha_2 = \frac{59614{,}48}{57576{,}96} = 1{,}03 \text{ пуд.}$$

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *П. Журданъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ляпуновъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

Копія.

На подлинномъ проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ опоръ моста чрезъ р. Толицу на 143 (59) верстѣ Лебедянь-Елецкой вѣтви—утвержденъ по докладу Департамента ж.ж. дорогъ отъ 10-го Сентября 1892 года за № 1962 съ тѣмъ, чтобы:

а)—Лебедянскому устою были приданы размѣры и форма, показанные на чертежѣ карминомъ;

б)—уступы въ каменной кладкѣ были не болѣе 0,10 саж.

Въ передней грани Лебедянскаго устоя, вмѣсто показаннаго на чертежѣ уклона, можно сдѣлать уступы, расположенные по высотѣ устоя на равныхъ другъ отъ друга разстояніяхъ.

За Директора Вѣрженскій.
Дѣлопроизводитель Деминъ.
Вѣрно: Дѣлопроизводитель (подписалъ) Деминъ.

Съ копіей вѣрна:
Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Копія съ отношенія Департамента ж.ж. дорогъ отъ 8 февраля 1894 года № 2378 въ Правленіе Общества.

Департаментъ ж.ж. дорогъ имѣетъ честь увѣдомить Правленіе Общества, что по докладѣ Господину Товарищу Министра журнала Комиссіи, свидѣтельствовавшей Лебедянь-Елецкую линію, по переданнымъ на ея заключеніе представленіямъ Инспекціи касательно допущенныхъ при устройствѣ мостовъ чрезъ оврагъ Корытный и рѣку Толицу отступленій противъ утвержденныхъ проектовъ, Его Превосходительство изволилъ признать возможнымъ, въ виду исполненія работъ по устройству опоръ и представленныхъ Главнымъ Инженеромъ объясненій, разрѣшить оставить опоры двухъ вышеупомянутыхъ мостовъ въ существующемъ ихъ видѣ съ тѣмъ, чтобы для большаго обезпеченія въ мосту чрезъ рѣку Толицу у Лебедянскаго устоя, одиночный откосъ насыпи передъ устоемъ по оси моста былъ замѣненъ болѣе пологимъ откосомъ, заложеннымъ въ разстояніи 0,20 саж. отъ ближайшей грани быка.

На подлинномъ подписано: За Директора Бѣлинскій. Дѣлопроизводитель Деминъ.

Съ копіей вѣрна:
Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

2-е изданіе.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

К проекту, утвержденному Г. Инспектором 18 Февраля 1893 года № 453. 77

(Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

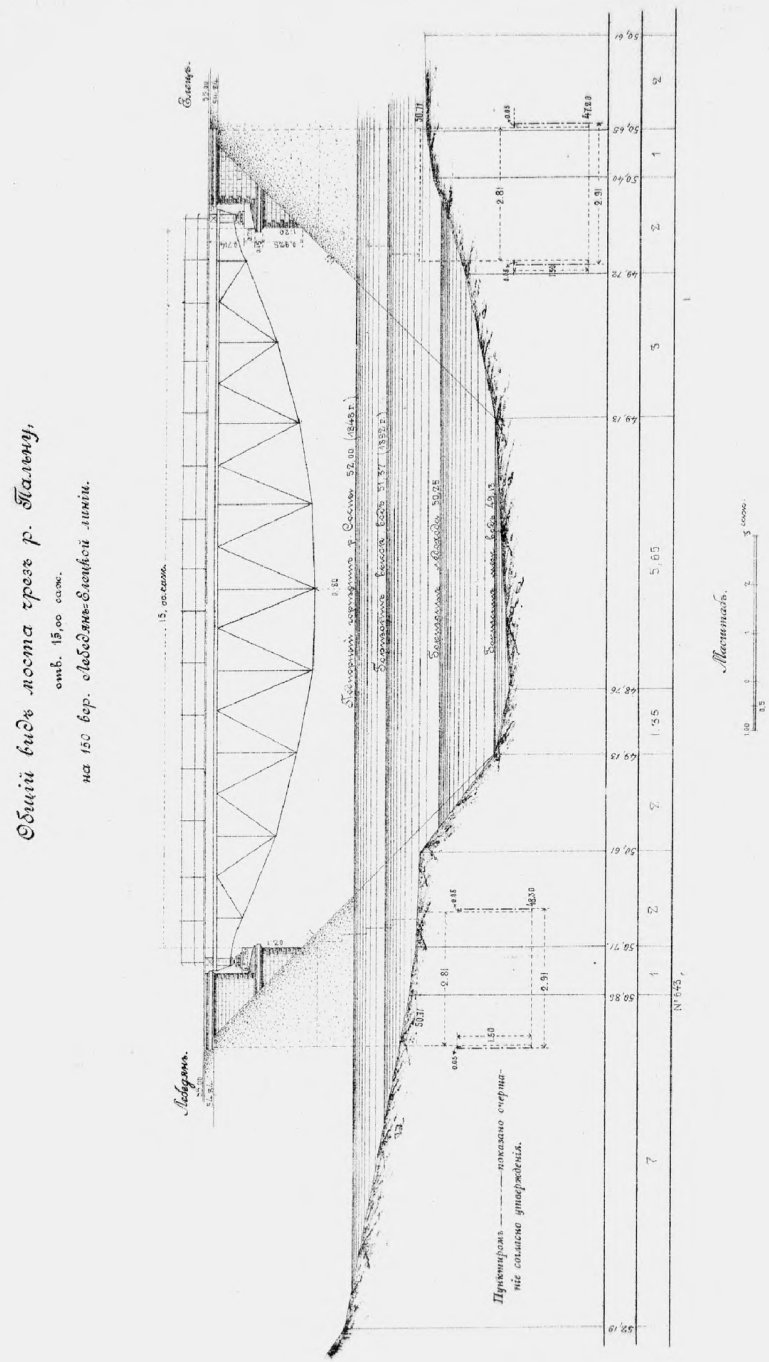
къ проекту моста чрезъ р. ПАЛЬНУ,

отверстіемъ 15 сажень съ ѣздою по верху,

на 150 верстѣ

Лебедянь-Ѣлецкой линіи.

САРАТОВЪ Типо-литогр. И. С. Феокритова.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ опредѣленію отверстія и повѣркѣ устойчивости устоевъ моста чрезъ Р. ПАЛЬНУ,

отверстіемъ 15 сажень, на 150 верстѣ

Лебедянь-Елецкой линіи.

ДАННЫЯ.

Площадь бассейна рѣки Пальны	390 кв. вер.
Отмѣтка горизонта самыхъ высокихъ водъ 1848 г.	52,00 саж.
Отмѣтка горизонта высокихъ водъ 1892 г. . . .	51,37 „
Отмѣтка горизонта низкихъ водъ 1892 г. . . .	49,13 „

Выше моста имѣется 9 дѣйствующихъ плотинъ, изъ коихъ ближайшая къ мосту въ разстояніи 374 саж., вышиною 2,60 саж.

Ниже моста имѣются 2 плотины.

Ниже моста, въ разстояніи 200 саж., имѣется каменный арочный мостъ о двухъ пролетахъ, въ каждомъ по 3,00 саж., причемъ при высокихъ водахъ, подпираемыхъ рѣкой Сосной, вода идетъ черезъ мостъ.

Данныя бытоваго состоянія рѣки Пальны, найденныя наблюденіями (скорость, уклоны), не привели къ положительнымъ результатамъ для опредѣленія расхода, что, главнымъ образомъ, можетъ быть объяснено мѣстными неблагопріятными условіями: присутствіемъ плотинъ, моста и подпорнымъ горизонтомъ высокой воды рѣки Сосны.

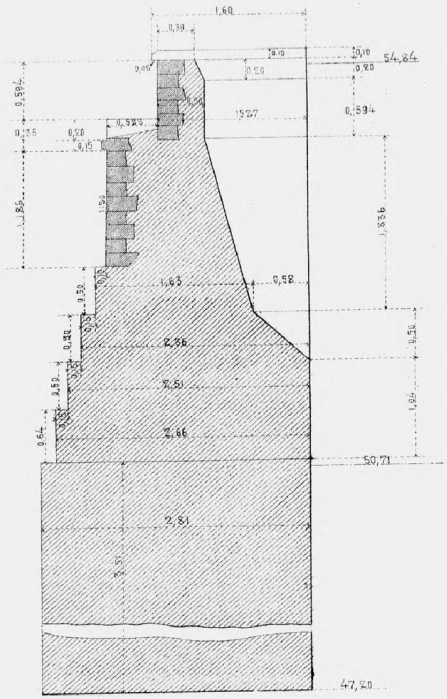
Такимъ образомъ единственнымъ основаніемъ для повѣрки достаточности проектируемаго отверстія могутъ служить нормы Министерства Путей Сообщенія, согласно которымъ требуется площадь живаго сѣченія:

$$\Omega = 390 \times 0{,}05 = 19{,}50 \text{ кв. саж.}$$

Въ дѣйствительности, при 15 саж. отверстіи моста, имѣемъ площадь живаго сѣченія для пропуска высокихъ водъ — 28,85 кв. саж.

Пролетъ въ 15,00 саж. перекрытъ желѣзными фермами на каменныхъ опорахъ.

Размѣры опоръ оправдываются слѣдующимъ расчетомъ, опредѣляющимъ степень устойчивости какъ на опрокидываніе, такъ и на скольженіе.



Статическій моментъ кладки устоя относительно передней грани:

$$S=\frac{0,30+0,50}{2}\times 0,20\times 1,333+0,50\times 0,594\times 1,383+$$
$$+\frac{1,023+1,51}{2}\times 1,336\times 1,189+\frac{1,51+1,78}{2}\times 0,50\times$$
$$\times 1,235+\frac{1,78+2,51}{2}\times 0,50\times 1,335+2,51\times 0,50\times$$
$$\times 1,405+2,66\times 0,50\times 1,405=8,6081 \text{ пудо-саж.}$$

$$\Omega=\frac{0,30+0,50}{2}\times 0,20+0,50\times 0,594+\frac{1,023+1,51}{2}\times 1,336+$$
$$+\frac{1,51+1,78}{2}\times 0,50+\frac{1,78+2,51}{2}\times 0,50+2,51\times 0,50+$$
$$+2,66\times 0,50=6,549 \text{ (саж.)}^2$$

Разстояніе центра тяжести отъ передней грани:

$$s=\frac{S}{\Omega}=\frac{8,6081}{6,549}=1,314 \text{ саж.}$$

и вѣсъ кладки на погон. сажень:

$$P=\Omega\times 1300=6,549\times 1300=8513,7 \text{ пуд.}$$

Статическій моментъ засыпки относительно задней грани *):

$$S_1=\frac{1,227+1,027}{2}\times 0,20\times 0,563+1,027\times 0,594\times 0,513+$$
$$+\frac{1,027+0,58}{2}\times 1,836\times 0,402+\frac{0,58\times 0,50}{2}\times 0,19=$$
$$=1,0593 \text{ пудо-саж.}$$

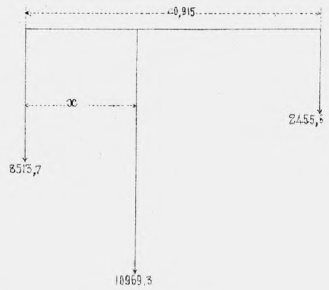
$$\Omega_1=\frac{1,227+1,027}{2}\times 0,20+1,027\times 0,594+\frac{1,027+0,58}{2}\times$$
$$\times 1,836+\frac{0,58\times 0,50}{2}=2,4556 \text{ (саж.)}^2$$

$$s_1=\frac{S_1}{\Omega_1}=\frac{1,0593}{2,4556}=0,431 \text{ саж.}$$

$$P_1=\Omega_1\times 1000=2,4556\times 1000=2455,6 \text{ пуд.}$$

Разстояніе между точками приложенія силъ P и P_1:

$$2,66-(1,314+0,431)=0,915 \text{ саж.}$$



$$x=\frac{0,915\times 2455,6}{10969,3}=\frac{2247,874}{10969,3}=0,205 \text{ саж.}$$

и равнодѣйствующая отъ передней грани отстоитъ на

$$1,314\times 0,205=1,519 \text{ саж.;}$$

моментъ вѣса устоя

$$M=10969,3\times 1,519=16662,36 \text{ пудо-саж.}$$

Опредѣлимъ моментъ распора земли:

$$E=\Psi h(\gamma h+2v),$$

*) Вліяніе засыпки на устойчивость слѣдуетъ вводить. См. Журналъ Министерства Путей Сообщенія за 1887 г. № 17 и № 37 „Расчетъ давленія земли на подпорныя стѣнки“ по Гобену.

гдѣ:

$$\Psi=\frac{1}{2}tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)=0,1355;$$

φ—уголъ естественнаго откоса$=35^0$;

γ—вѣсъ одной кубической сажени земли$=1000$ пуд.;

v—временная нагрузка, замѣняющая давленіе поѣзда на погонную сажень$=643$ пуд.

h—высота опоры до повѣряемой плоскости$=4,13$ саж.

$$E=0,1355\times4,13(1000\times4,13+2\times643)=3030,7 \text{ пуд.}$$

Плечо:

$$\varepsilon=h\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v}=4,13\times\frac{1000\times4,13+3\times643}{3\times1000\times4,13+6\times643}=1,54 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M=3030,7\times1,54=4667,2 \text{ пудо-саж.}$$

и коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе:

$$m=\frac{16662,36}{4667,2}=3,57.$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$m_1=f\times\frac{P}{E}=0,7\times\frac{10969,3}{3030,7}=2,3.$$

Давленіе на грунтъ составляется изъ:

1) Вѣса устоя:

$$10969,3\times2,72+2,81\times2,72\times2,41\times1300=53782 \text{ пуд.}$$

2) Собственнаго вѣса фермы . . . . . 1555 „

3) Вѣса подвижной нагрузки $\frac{115\times108,75}{2}$ = 6254 „

61591 пуд.

и на квадратный дюймъ:

$$p=\frac{61591}{2,81\times2,72\times7056}=1,14 \text{ пуд.,}$$

что весьма незначительно для скалистаго грунта.

Для опредѣленія, проходитъ ли равнодѣйствующая въ средней трети, мы пользуемся теоріей Ott'a (Vorträge über Baumechanik).

Для опредѣленія распора имѣемъ формулу (59) стр. 46:

$$E=\frac{gH^2\sin\xi}{2\sin\sigma}\left(\sqrt{cotg\xi-cotg\sigma}-\sqrt{k-cotg\sigma}\right)^2,$$

гдѣ: $\sigma=\alpha+2\xi$;

$$k=cotg\alpha+\left(\frac{h'}{H}\right)^2(cotg\xi-cotg\alpha), \text{ (въ нашемъ случаѣ)}=0;$$

$$H=h+h';$$

h—высота устоя$=4,13$ саж.

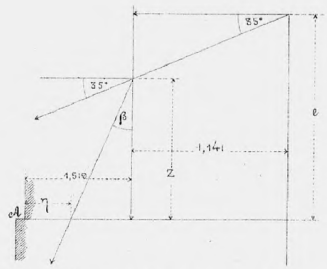
h_1—приведенная къ землѣ высота равномѣрно распредѣленной нагрузки въ 643 пуд. на квадр. саж.$=0,678$ саж.;

$\alpha=90^0$—уголъ, составляемый плоскостью задней стѣнки устоя съ горизонтомъ;

$\xi=35^0$—уголъ тренія земли;

$g=949$ пуд.—вѣсъ 1 куб. саж. земли.

$$E=\frac{949\times(4,808)^2\sin35^0}{2\sin(90+70)}\left(\sqrt{cotg35^0-cotg(90+70)}-\sqrt{cotg(90+70)}\right)^2=$$
$$=2740,75 \text{ пуд.}$$



Точка приложенія давленія находится на высотѣ:

$$e=\frac{1}{3}H=\frac{4,808}{3}=1,603 \text{ саж.}$$

и $z=1,603-1,141tg35^0=1,603-0,799=0,804$ саж.

Для угла β, составляемаго равнодѣйствующей съ вертикалью, имѣемъ:

$$tg\beta=\frac{2740,75\cos35^0}{2740,75\sin35^0+10969,3}=0,1790;$$

равнодѣйствующая пересѣкаетъ подошву отъ ребра A на разстояніи:

$$\eta=1,519-0,804tg\beta=1,375 \text{ саж.,}$$

а для выполненія условія прохожденія въ средней трети надо было бы, чтобы равнодѣйствующая проходила не ближе, какъ на 0,887 саж.

Другой устой имѣетъ размѣры подобные разсмотрѣнному, а потому повѣрять его не представляется нужнымъ.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *П. Журданъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *В. Лата.*

За Старшаго Инженера *Г. Викторовъ.*

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Настоящій проектъ утверждаю съ тѣмъ, чтобы:

1) Подошва устоевъ была уширена помощью уступовъ — какъ это показано на чертежѣ карминомъ — до 2.91 саж.

2) Уступы въ каменной кладкѣ были не болѣе 0.10 саж.

3) Глубина заложенія основаній устоевъ была окончательно опредѣлена во время производства работъ. Февраля 18 дня 1893 г. № 453. Подписалъ: Вр. исп. об. Инспектора, Инженеръ В. Рубанъ. Вѣрно: Вр. исп. об. Инспектора, Инженеръ (подписалъ) В. Рубанъ.

Съ копіей вѣрна:
Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Къ проекту, утвержденному по докладу Департамента ж.-д. дорогъ отъ 22 Сентября 1892 года. № 2080.

Текстъ утвержденія проекта моста см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. СОСНУ,

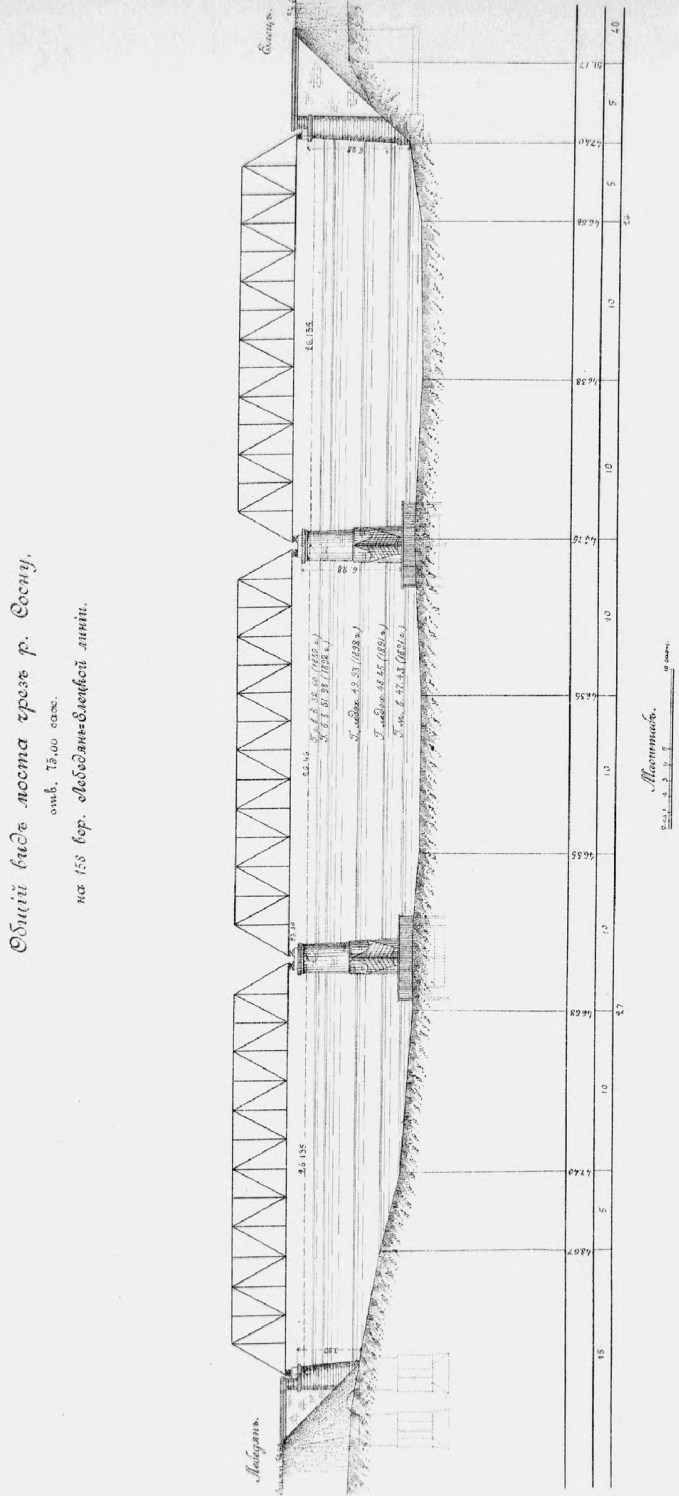
отверстіемъ 75,00 сажень (3 пролета), съ ѣздою по низу,

на 158 верстѣ

Лебедянь-Елецкой линіи.

2е изд.

БАКАТОВЪ, ТИПО-ЛИТОГР. А. С. ...



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. СОСНУ,

на 158-й верстѣ

Лебедянь-Елецкой линіи.

Опредѣленіе отверстія и повѣрка устойчивости устоевъ моста чрезъ р. Сосну.

Данныя для опредѣленія расхода р. Сосны на мѣстѣ перехода были найдены весною 1891 г. слѣдующими наблюденіями:

При горизонтѣ воды, соотвѣтствующемъ отмѣткѣ 48,45:

1) Наблюденный гидравлическій уклонъ 0,00022;

2) Наблюденная вертушкой средняя скорость всего сѣченія:

$$v_0 = 0{,}453 \text{ саж.} = 3{,}17 \text{ фут.}$$

Опредѣляя среднюю скорость по формулѣ *Базена*, при томъ же горизонтѣ:

$$v = c\sqrt{Ri} = 1{,}159 \ mtr, \text{ гдѣ:}$$

$$R = \frac{\omega}{p} = 1{,}709 \text{ саж} = 3{,}64 \ mtr;$$

$$\omega = 121{,}45 \text{ кв. саж.};$$

$$p = 71{,}07 \text{ саж.};$$

$$i = 0{,}00022;$$

$$c = \sqrt{\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{R}}} = 40{,}98; \text{ гдѣ для грунта съ галькой, по } \textit{Куттеру:}$$

$$\alpha = 0{,}00040; \ \beta = 0{,}0007;$$

получимъ:

$$v = 1{,}159 \ mtr = 0{,}543 \text{ саж.} = 3{,}80 \text{ фут.}$$

Расходъ по скорости наблюденной:

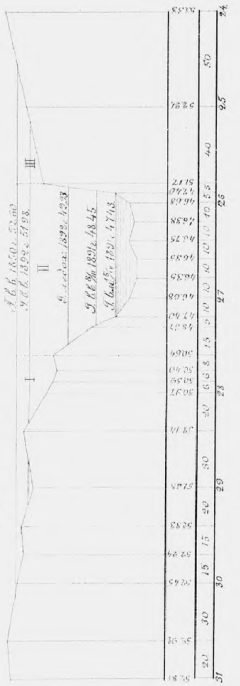
$$Q_1 = 121{,}45 \times 0{,}453 = 55{,}0168 \text{ куб. саж.}$$

Расходъ по скорости вычисленной:

$$Q_2 = 121{,}45 \times 0{,}543 = 65{,}9474 \text{ куб. саж.}$$

$$\text{Отношеніе } \frac{Q_1}{Q_2} = 0{,}834.$$

Чтобы опредѣлить расходъ воды рѣки Сосны, соотвѣтствующій горизонту наиболѣе высокихъ водъ 1850 года при отмѣткѣ 52,60, раздѣлимъ все живое сѣченіе на 3 части: лѣвую пойму, главное русло и правую пойму. Элементы для опредѣленія расхода имѣемъ слѣдующіе:



I. Лѣвая пойма:

Живое сѣченіе . . . . . $\omega = 104{,}205$ кв. с.

Подводный периметръ . . . $p = 129{,}87$ „ „

Гидравлическій радіусъ $R = \frac{\omega}{p} = 0{,}800$ саж. $= 1{,}71$ *mtr;*

Гидравлическій уклонъ . . . $i = 0{,}00022$;

Коэффиціентъ шероховатости въ формулѣ *Гангилье-Куттера* n (для земляного поросшаго ложа) $= 0{,}030$;

$$v = c\sqrt{Ri} = 0{,}723 \text{ mtr} = 0{,}34 \text{ саж.} = 2{,}38 \text{ фут.}$$

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} = 37{,}31.$$

Расходъ:

$$Q_1 = 104{,}205 \times 0{,}34 = 35{,}43 \text{ куб. саж.}$$

II. Главное русло:

$\omega = 471{,}875$;

$p = 95{,}01$;

$R = \frac{\omega}{p} = 4{,}967$ саж. $= 10{,}58$ *mtr;*

$i = 0{,}00022$;

$$c = \sqrt{\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{R}}} = 46{,}58;$$

$\alpha = 0{,}00040$; $\beta = 0{,}00070$;

$$v = c\sqrt{Ri} = 2{,}245 \text{ mtr} = 1{,}033 \text{ саж.} = 7{,}2 \text{ фут.}$$

Расходъ:

$$Q_2 = 471{,}875 \times 1{,}033 = 487{,}45 \text{ куб. саж.}$$

III. Правая пойма.

$\omega = 39{,}79$ кв. саж.;

$p = 58{,}85$;

$R = \frac{\omega}{p} = 0{,}676 = 1{,}44$ *mtr.*

$i = 0{,}00022$;

$n = 0{,}03$;

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} = 36{,}21;$$

$$v = c\sqrt{Ri} = 0{,}644 \text{ mtr} = 2{,}11 \text{ фут.} = 0{,}30 \text{ саж.}$$

$$Q_3 = 39{,}79 \times 0{,}30 = 11{,}94 \text{ куб. саж.}$$

Общій расходъ:

$$Q = 35{,}43 + 487{,}45 + 11{,}94 = 534{,}82 \text{ куб. саж.}$$

Изъ предыдущаго можно предположить, что расходъ воды рѣки Сосны при горизонтѣ 52,60 будетъ болѣе вѣроятнымъ, если найденный расходъ умножить на коэффиціентъ 0,834, или:

$$Q' = 534{,}82 \times 0{,}834 = 446{,}04 \text{ куб. саж.}$$

Но принимая во вниманіе возможность увеличенія гидравлическаго уклона при повышеніи горизонта, необходимо, для опредѣленія отверстія моста, принять расходъ воды въ 534,82, или 535 куб. саж.

При отверстіи моста въ 75 саж. и расположеніи устоевъ, показанномъ на чертежѣ, имѣемъ площадь живого сѣченія

$$\omega = 422{,}70 \text{ кв. саж.}$$

Кромѣ того, сдѣлавъ выемку въ сѣченіи выше горизонта меженнихъ водъ, величиной въ 12 кв. саж., получимъ рабочую площадь живого сѣченія

$$\Omega_1 = 0{,}9(422{,}7 + 12) = 434{,}7 \times 0{,}9 = 391{,}23 \text{ кв. саж.}$$

(коэффиціентъ сжатія $\mu = 0{,}90$)

и средняя скорость при этомъ сѣченіи будетъ:

$$v = \frac{534{,}82}{391{,}23} = 1{,}367 \text{ саж.} = 9{,}57 \text{ фут.}$$

Верхній слой грунта—песокъ съ галькой,—можетъ быть легко весь смытъ при этой скорости, при чемъ произойдетъ учеличеніе живого сѣченія русла около

$$0{,}70\times75=52{,}5 \text{ кв. саж.}$$

Дальнѣйшій размывъ невозможенъ въ виду того, что слѣдующій пластъ грунта, простирающійся на глубину болѣе 2-хъ аршинъ, состоитъ изъ известняка. Послѣ размыва средняя скорость теченія будетъ:

$$\Omega=0{,}9(434{,}7+52{,}5)=438{,}48;$$

$$v=\frac{534{,}82}{438{,}48}=1{,}22 \text{ саж.}=8{,}54 \text{ фут.},$$

или наибольшая скорость по дну:

$$U_{\max}=v=8{,}54 \text{ фут.},$$

скорость—непроизводящая дальнѣйшаго размыва и измѣненія русла.

По даннымъ Министерства, отверстіе моста опредѣлится:

Площадь бассейна . . . . . 14112,75 кв. вер.;

Соотвѣтственный коэффиціентъ 0,025;

Площадь живого сѣченія . . . . . =352,82 кв. саж.;

h—наибольшая глубина весеннихъ водъ. . . 6,25;

h_0—наибольшая глубина меженнихъ водъ . . 1,05;

и отверстіе моста $e=\dfrac{\Omega}{\mu(h-{}^1/_3h_0)}$ . . . . = 66,44 саж.

$(\mu=0{,}90)$

Принятое отверстіе моста . . . . . 75,00 саж.

Въ заключеніе объ отверстіи моста необходимо имѣть въ виду, что существующій мостъ черезъ рѣку Сосну выше по теченію около 3-хъ верстъ, на Орловско-Грязской жел. дор.,—въ два пролета, отверстіемъ 63 саж., многолѣтняя практика котораго выяснила достаточность этого отверстія для пропуска водъ рѣки Сосны.

По имѣющимся даннымъ буренія видно, что дно р. Сосны состоитъ изъ известковой скалы, покрытой по серединѣ русла слоемъ песку съ галькой. Со стороны Лебедяни (лѣвый берегъ) на мѣстѣ заложенія устоя, напластованіе грунта состоитъ изъ глинистыхъ, песчаныхъ и известковыхъ прослойковъ.

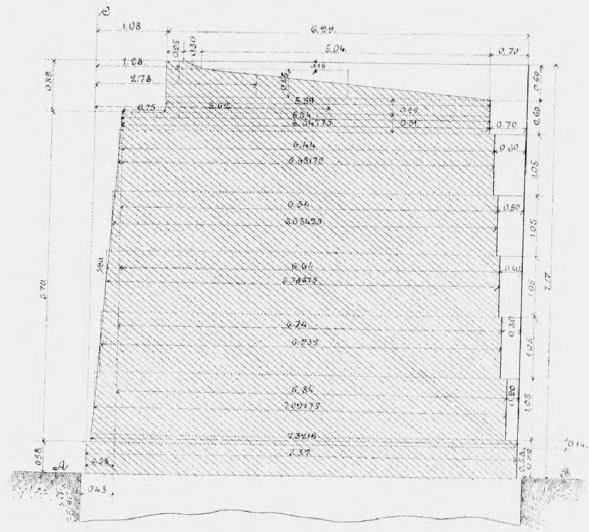
Основаніе Лебедянскаго устоя положено заложить на мощномъ слоѣ синей твердой глины, соотвѣтствующемъ отмѣткѣ 44,54. Основаніе будетъ заложено на слоѣ бетона въ 0,50 саж.

На мѣстѣ постановки Елецкаго устоя (правый берегъ) напластованіе изъ слоевъ чернозема, коричневой глины и песку на известковой скалѣ. Основаніе же Елецкаго устоя предположено заложить на известковой скалѣ, спланировавъ ее 4-мя уступами, на слоѣ бетона толщиной въ 0,50 саж.

Повѣрка устойчивости устоя моста на р. Соснѣ со стороны Ельца (правый).

Прочная устойчивость повѣряется на вращеніе и скольженіе у ребра A и по подошвѣ AB.

Замѣняя трапеціи прямоугольниками, опредѣлимъ вѣсъ кладки и точку приложенія вѣса (плечо).



Площадь:

$$\Omega=\frac{5{,}04\times0{,}60}{2}+5{,}04\times0{,}60+\frac{0{,}45+0{,}30}{2}\times0{,}75+6{,}46\times$$
$$\times1{,}05+6{,}62\times1{,}05+6{,}84\times1{,}05+6{,}97\times1{,}05+7{,}12\times$$
$$\times1{,}05+7{,}37\times0{,}72=45{,}833.$$

Статическій моментъ относительно оси AC:

$$S=\frac{5{,}04\times0{,}6}{2}\times2{,}78+5{,}04\times0{,}60\times3{,}62+\frac{0{,}45+0{,}30}{2}\times$$
$$\times0{,}75\times0{,}72+6{,}46\times1{,}05\times3{,}55+6{,}62\times1{,}05\times3{,}56+$$
$$+6{,}84\times1{,}05\times3{,}62+6{,}97\times1{,}05\times3{,}63+7{,}12\times1{,}05\times$$
$$\times3{,}63+7{,}37\times0{,}72\times3{,}68=164{,}394.$$

Центръ тяжести фигуры отъ ребра A лежитъ на

$$\delta=\frac{S}{\Omega}=\frac{164{,}394}{45{,}833}=3{,}587 \text{ саж.}$$

Распоръ земли Z и плечо распора e опредѣлятся по формуламъ:

$$Z=\Psi h(\gamma h+2v), \text{ гдѣ}$$

$$\Psi={}^1/_2 tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=0{,}119.$$

φ=уголъ тренія, или уголъ естественнаго откоса съ горизонтомъ $=38^0$;

h—высота насыпи=7,17;

v—временная нагрузка на квад. сажень верхней площади, замѣняющая давленіе земли=643 пуд.

γ—вѣсъ куб. саж. земли=1000 пуд.

Слѣдовательно:

$$Z=0,119\times7,17(1000\times7,17+2\times643)=7214,9128\backsim7215 \text{ пуд.}$$

Плечо распора e опредѣлится по формулѣ:

$$e=h\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v}=7,17\times\frac{1000\times7,17+3\times643}{3\times1000\times7,17+6\times643}=2,56686\backsim$$
$$\backsim 2,567 \text{ саж.}$$

Моментъ вѣса:

$$M_1=45,833\times1300\times3,58=213307,14 \text{ пудо-саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2=Ze=7215\times2,567=18520,905 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ прочной устойчивости противъ вращенія:

$$m=\frac{M_1}{M_2}=11,5.$$

Повѣряя устой на скольженіе въ плоскости AB, при величинѣ коэффиціента тренія=0,7 и площади сѣченія устоя $\omega=45,833$, коэффиціентъ устойчивости опредѣлится:

$$m_1=f\frac{P}{Z}=0,7\times\frac{45,833\times1300}{7215}=8,26.$$

Опредѣленіе давленія на каменную кладку, бетонный слой и основаніе.

Давленіе отъ 25 саж. фермъ *на кладку* передается при помощи подферменныхъ камней размѣрами:

$$0,65\times0,60\times0,25.$$

Площадь камня

$$\omega=0,65\times0,60\times84^2=2751,84 \text{ кв. дюйм.}$$

Давленіе вѣса фермы о подвижной нагрузки:

$$A=(p+k)\ l=(29+50,5)\ 180,67=14364 \text{ пуд.,}$$

а на одинъ камень:

$$\frac{14364}{2}=7182 \text{ пуд.;}$$

на одинъ квадратный дюймъ камня:

$$\frac{7182}{2751,84}=2,61 \text{ пуд.}$$

Давленіе на бетонъ въ плоскости AB опредѣлится черезъ прибавленіе къ давленію фермъ вѣса кладки устоя до этой плоскости:

Давленіе отъ фермъ	14364 пуд.
Вѣсъ паровоза, непосредственно стоящаго на устоѣ	3000 „
Давленіе отъ каменной кладки	149636 „
	167000 пуд.

Площадь, на которую передается это давленіе:

$$1,73\times3,60+5,64\times2,20-\frac{\pi\times0,40^2}{4}=18,51 \text{ кв. саж.}\times84^2=$$
$$=130,536 \text{ кв. дюйм.}$$

Давленіе на квад. дюймъ:

$$\frac{167000}{130536}=1,27 \text{ пуд.}$$

и слѣдовательно, прокладного ряда не требуется.

Давленіе на скалистое основаніе составляется изъ предыдущей нагрузки+вѣсъ бетоннаго слоя=13391 пуд. Всего пуд. 180000.

Площадь, на которую передается давленіе:

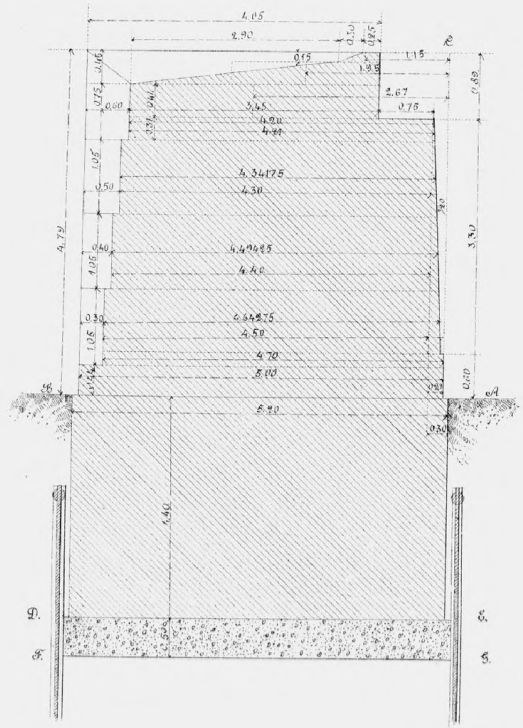
$$1,93\times3,80+5,64\times2,40=20,67 \text{ кв. саж.}=145847,52 \text{ кв. дюйм.}$$

Давленіе на квадр. дюймъ:

$$\frac{180000}{145847}=1,23 \text{ пуд.,}$$

что вполнѣ можетъ быть допущено.

Повѣрка устойчивости устоя со стороны Лебедяни (лѣвый).



Прочная устойчивость повѣряется на вращеніе и скольженіе у ребра A и по подошвѣ AB.

Замѣняя трапеціи прямоугольниками, опредѣлимъ вѣсъ кладки на 1 пог. саж. и точку приложенія вѣса (плечо).

$$\text{Площадь } \Omega' = \frac{3{,}45\times0{,}60}{2} + 3{,}45\times0{,}75 + \frac{0{,}40+0{,}30}{2}\times0{,}80 +$$
$$+4{,}35\times1{,}05+4{,}50\times1{,}05+4{,}65\times1{,}05+5{,}00\times0{,}44=20{,}2775.$$

Статическій моментъ относительно оси AC:

$$S' = \frac{3{,}45\times0{,}60}{2}\times2{,}10+3{,}45\times0{,}75\times2{,}67+\frac{0{,}40+0{,}30}{2}\times0{,}80\times$$
$$\times0{,}60+4{,}35\times1{,}05\times2{,}32+4{,}50\times1{,}05\times2{,}35+4{,}65\times1{,}05\times$$
$$\times2{,}38+5{,}00\times0{,}44\times2{,}5=48{,}0907.$$

Центръ тяжести фигуры отъ ребра A лежитъ на:

$$\delta' = \frac{S'}{\Omega'} = 2{,}37 \text{ саж.}$$

Распоръ земли Z' и плечо распора e' опредѣлятся по предыдущимъ формуламъ.

$$Z' = \Psi h(\gamma h + 2v) = 0{,}119\times4{,}95(1000\times4{,}95+2\times643) =$$
$$= 3673{,}3158 \text{ пуд.}$$

$$e' = h\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v} = 4{,}95\times\frac{1000\times4{,}95+3\times643}{3\times1000\times4{,}95+6\times643} = 0{,}367\times$$
$$\times4{,}95 = 1{,}81685 \backsim 1{,}82.$$

Моментъ вѣса:

$$M'_1 = 20{,}2775\times1300\times2{,}37 = 62482{,}68 \text{ пудо-саж.}$$

Моментъ распора:

$$M'_2 = Ze' = 3673{,}32\times1{,}82 = 6685{,}442 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе:

$$m' = \frac{M'_1}{M'_2} = \frac{62482{,}68}{6685{,}44} = 9{,}34.$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$m'_1 = f\frac{P}{Z'} = 0{,}7\times\frac{20{,}2775\times1300}{3673{,}32} = 5{,}02.$$

Опредѣленіе давленія на каменную кладку, бетонный слой и основаніе.

Выше было видно, что давленіе на подферменные камни удовлетворяетъ условіямъ прочности.

Давленіе на каменную кладку въ плоскости AB составится:

Давленіе отъ фермъ.	14364 пуд.
Вѣсъ паровоза	3000 „
Вѣсъ кладки 54,45×1300 пуд.	70785 „
Всего . . .	88149 пуд.

Площадь, на которую передается это давленіе:

$$1{,}60\times3{,}60+3{,}40\times2{,}20-\frac{\pi\times0{,}60^2}{4} = 12{,}96 \text{ кв. саж.}\times0{,}84^2 =$$
$$= 91{,}445 \text{ кв. дюйм.}$$

Давленіе на квад. дюйм:

$$p' = \frac{88149}{91445} = 0{,}96 \text{ пуд.}$$

и слѣдовательно, прокладного ряда не требуется.

Давленіе на бетонный слой составится изъ предыдущаго давленія въ 88149 пуд.+давленіе отъ вѣса кладки, который будетъ:

$$15{,}1\times4{,}40\times1300 = 86372 \text{ пуд.}$$

Давленіе на квадратный дюймъ:

Площадь:

$$1{,}70\times3{,}80+3{,}60\times2{,}40 = 15{,}1 \text{ саж.}\times84^2 = 106545;$$

$$p'_2 = \frac{174521}{106545} = 1{,}64 \text{ пуд.}$$

Давленіе на скалистое основаніе.

Площадь основанія:

$$1{,}80\times3{,}9+3{,}6\times2{,}40 = 15{,}66 \text{ кв. саж.}\times84^2 =$$
$$= 110496{,}96 \text{ кв. дюйм.}$$

Вѣсъ слоя толщиною 0,50 саж.:

$$15{,}66\times0{,}5\times1300 = 10179 \text{ пуд.}$$

Давленіе на подошву основанія:

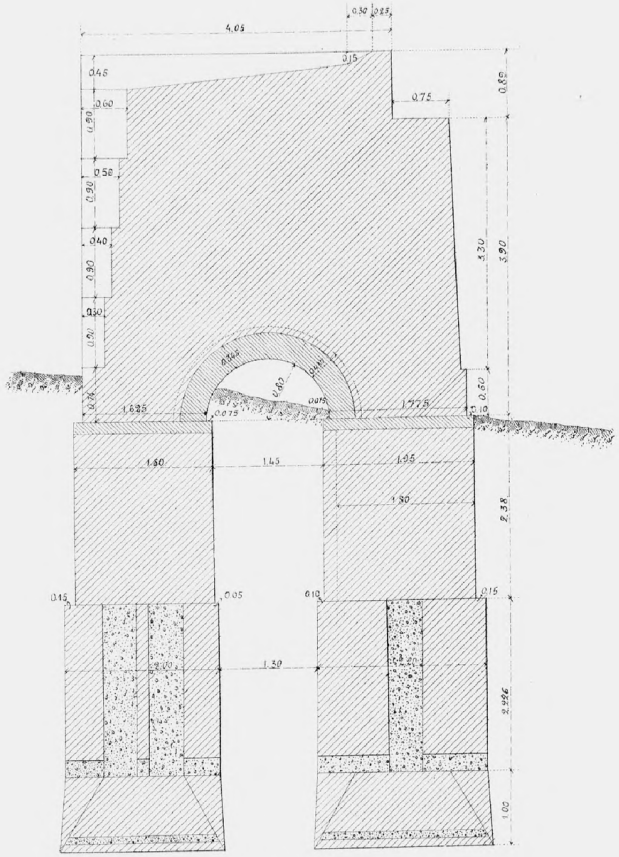
$$p'_3 = \frac{160156}{110497} = 1{,}44 \text{ пуд.,}$$

что можетъ быть допущено.

Въ виду окончательнаго буренія, выяснившаго слабость грунта подъ Лебедянскимъ устоемъ, этотъ послѣдній рѣшено было основать на двухъ опорахъ, заложенныхъ на глубину 5,64 саж. отъ поверхности грунта при помощи кессоновъ, соединивши эти опоры по верху каменной аркой.

Достаточность глубины заложенія основанія повѣрена при помощи слѣдующихъ соображеній.

Повѣрка достаточной глубины основаній устоя со стороны лебедяни на р. Соснѣ.



Вѣсъ устоя (безъ хвостовой части) на сажень ширины:

$$P'_1=1300\left(1,775\times4,79-\frac{0,20\times3,90}{2}-0,95\times0,89-\frac{0,30\times0,15}{2}-\right.$$

$$\left.-0,275\times0,15\right)=1300(8,502-0,39-0,845-0,022-$$

$$-0,041)=1300(8,502-1,298)=1300\times7,204=9365,20 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ устоя (безъ хвостовой части):

$$P_1=P'_1\times3,70=9365,2\times3,7=34651,24 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ хвостовой части, въ виду земляной засыпки, для упрощенія вычисленія, сочтенъ, какъ будто-бы вся хвостовая часть была цѣликомъ сложена изъ кладки.

Вѣсъ 1 сажени хвостовой части надъ лѣвымъ основаніемъ:

$$P'_2=1300\times1,625\times4,79=1300\times7,784=10119,20 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ хвостовой части надъ основаніемъ:

$$P_2=P'_2\times2,20=10119,2\times2,2=22262,24 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ хвостовой части надъ сводомъ на 1 сажень ширины:

$$P'_3=1300\times\left(1,60\times4,79-\frac{\pi\times(1,60)^2}{8}\right)=1300(7,664-1,005)=$$

$$=1300\times6,659=8656,70 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ хвостовой части надъ сводомъ:

$$P_3=2,20\times P'_3=2,2\times8656,7=19044,74 \text{ пуд.}$$

Давленіе отъ этихъ вѣсовъ, а также металлическихъ частей моста и подвижного состава передается на грунтъ двумя каменными опорами, опущенными на глубину 5,64 саж. при помощи кессоновъ.

Повѣрка глубины заложенія основанія сдѣлана въ предположеніи, что на переднюю опору передается давленіе отъ металлическихъ частей моста съ подвижнымъ составомъ на нихъ, и кромѣ того вѣсъ паровоза непосредственно стоящій на устоѣ, вѣсъ самого устоя и половина вѣса той части хвостовой кладки, которая находится надъ отверстіемъ свода, т. е.

Давленіе отъ фермъ	14364	пуд.
Вѣса паровоза	3000	„
Вѣсъ устоя P_1	34652	„
Часть хвостовой кладки $\frac{P_3}{2}$	9523	„
	$Q_1=61539$	пуд.

Для равномѣрности передачи этого давленія на кладку фундамента и опоры положено сдѣлать прокладной рядъ. Такимъ образомъ найденное давленіе $Q_1=61539$ пуд. распредѣлено равномѣрно по площади основанія кессона, а именно:

$$\omega_1=2,30\times4,40=10,12 \text{ кв. саж.;}$$

къ этому давленію Q_1 прибавляется еще вѣсъ фундамента и кессонной кладки:

$$P'_4=1300\left(1,95\times2,38\times4,00+2,20\times2,226\times4,30+\frac{2,226+2,30}{2}\times\right.$$

$$\left.\times1,00\times\frac{4,30+4,40}{2}\right)=1300(18,562+21,054+9,831)=$$

$$=1300\times49,447=64281,10 \text{ пуд.,}$$

такъ что на квадратную сажень основанія приходится грузъ въ:

$$p_1=\frac{Q_1+P'_4}{\omega_1}=\frac{61539+64282}{10,12}=12432 \text{ пуд.},$$

что соотвѣтствуетъ высотѣ земли въ:

$$h=\frac{12432}{1000}=12,432 \text{ саж.}$$

Необходимая глубина заложенія основанія по *Паукеру*, полагая уголъ тренія грунта $\varphi=26^0 50'$ есть:

$$h'=\frac{1}{7}h=\frac{12,432}{7}=1,77 \text{ саж.},$$

что гораздо меньше дѣйствительной глубины заложенія, а именно 5,64 саж.

Точно также произведена повѣрка достаточности основанія задней опоры, на которую передается давленіе отъ вѣса хвостовой части устоя, находящейся непосредственно надъ опорой и половина давленія отъ части устоя, находящейся надъ пролетомъ свода и вѣса паровоза, стоящаго надъ устоемъ, т. е.

Вѣсъ паровоза	3000 пуд.
Вѣсъ части надъ опорой P_2	22263 „
Часть хвостовой кладки $\frac{P_3}{2}$	9523 „
	$Q_2=34786$ пуд.

Для нахожденія давленія на основаніе необходимо еще прибавить вѣсъ подземныхъ частей кладки, т. е.

$$P''_4=1300\left(1,80\times2,50\times2,38+2,00\times2,70\times2,26+\frac{2,00+2,10}{2}\times\right.$$
$$\left.\times1,00\times\frac{2,70+2,80}{2}\right)=1300(10,71+12,204+5,638)=1300\times$$
$$\times28,552=37117,6 \text{ пуд.}$$

Площадь же основанія кессона $\omega_2=2,80\times2,10=5,88$ кв. саж., такъ что на квадратную сажень основанія приходится давленіе:

$$p_2=\frac{Q_2+P''_4}{\omega_2}=\frac{34786+37118}{5,88}=\frac{71904}{5,88}=12229 \text{ пуд.},$$

что соотвѣтствуетъ давленію столба земли высотою:

$$h=\frac{12229}{1000}=12,229 \text{ саж.}$$

Необходимая глубина заложенія по *Паукеру*, при $\varphi=26^0 50'$, есть:

$$h'=\frac{1}{7}h=\frac{12,229}{7}=1,74 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ дѣйствительная глубина заложенія въ 5,64 саж. гораздо больше необходимой.

Для возможно большей равномѣрности передачи давленія на площадь основанія и въ задней опорѣ имѣется прокладной рядъ.

Толщина свода, соединяющаго опоры подъ Лебедянскимъ устоемъ сдѣлана въ 0,346 саж., сообразно съ типомъ каменныхъ трубъ пролетомъ 1,75 саж. при высотѣ насыпи въ 7,97 саж. для тесоваго камня*). Приведенная высота кладки устоя надъ ключемъ свода есть:

$$\frac{1300}{1000}\times(0,89+3,90)+0,16=4,875 \text{ саж.},$$

а пролетъ свода 1,60 саж. Такимъ образомъ приданная толщина вполнѣ достаточна и даетъ запасъ прочности.

Опредѣленіе давленія быка на каменную кладку, бетонный слой и основаніе.

Толщина быка $N=0,78+0,147\times H\sqrt[3]{\frac{l}{H}}$ въ метрахъ;

$$H=6,13 \text{ саж.}=13,06 \text{ метр.},$$
$$l=26,30 \text{ саж.}=56,02 \text{ метр.},$$

а слѣдовательно:

$$N=0.78+0,147\times13,06\sqrt[3]{\frac{56,02}{13,06}}=0,78+0,147\times$$
$$\times13,06\sqrt[3]{4,27}=0,78+(0,147\times13,06\times1,623)=0,78+3,11=$$
$$=3,88 \text{ метр., или } N=1,82 \text{ саж.};$$

принято

$$N=1,80 \text{ саж. по верху.}$$

Давленіе отъ каждаго изъ подферменныхъ камней на кладку, по предыдущему $=2,61$ пуд.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составляется изъ:

Давленія фермъ съ подвижной нагрузкой:

$2(p+k)l=2\times14364$	$=28728$ пуд.
Вѣса паровоза	$=3000$ „
Вѣса кладки ($\Omega\times3,23\times1300$ пуд.)	$=37804$ „
Всего. . . .	69532 пуд.

Давленіе на квадр. дюймъ:

$$\Omega=9,0076\times84^2=63553 \text{ квад. дюйм.};$$

$$p''_1=\frac{69532}{63553}=1,09 \text{ пуд.}$$

Давленіе на кладку въ плоскости CD составится по предыдущему $=69532$ пуд. + давленіе кладки отъ плоскости AB до плоскости $CD=40112$.

Давленіе на квадр. дюймъ:

$$\Omega=10,958\times84^2=77319 \text{ кв. дюйм.};$$

$$p''_2=\frac{109644}{77319}=1,42 \text{ пуд.}$$

---

*) Размѣръ въ 0,437 с. соотвѣтствуетъ толщинѣ свода изъ кирпича.

Давленіе на бетонный слой:

Предыдущее давленіе	109644 пуд.
Давленіе кладки	24258 „
Всего. . .	133902 пуд.

Площадь:

$$\Omega = 13{,}334 \times 84^2 = 94084 \text{ кв. дюйм.}$$

Давленіе на квадр. дюймъ:

$$p''_3 = \frac{133902}{94084} = 1{,}42 \text{ пуд.}$$

Давленіе на подошву основанія:

Предыдущее давленіе	133902 пуд.
Давленіе бетона	16024 „
Всего . . .	149926 пуд.

Площадь:

$$\Omega = 20{,}55 \times 84^2 = 145000{,}8 \text{ кв. дюйм.}$$

Давленіе на квадратный дюймъ:

$$p''_4 = \frac{149926}{145000} = 1{,}04 \text{ пуд.}$$

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *П. Журданъ.*

За Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Лянуновъ.*

Составилъ Инженеръ *Г. Викторовъ.*

Копія.

На проектѣ моста написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ общаго расположенія и опоръ моста черезъ р. Сосну на 158-й верстѣ Лебедянь-Елецкой вѣтви утвержденъ по докладу Департамента ж.ж. дорогъ отъ 22 Сентября 1892 года № 2080 съ тѣмъ, чтобы система основанія опоръ и глубина заложенія оныхъ были опредѣлены по соглашенію съ Инспекторомъ дорогъ, и чтобы размѣры подферменныхъ площадокъ были опредѣлены въ зависимости отъ желѣзныхъ частей моста.

За Директора Вѣрженскій.

Дѣлопроизводитель Деминъ.

Вѣрно: Дѣлопроизводитель (подписалъ) Деминъ.

Съ копіей вѣрно:
Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Къ проекту, утвержденному по докладу Департамента ж. д. отъ 2 Апрѣля 1894 г. № 741.

Текстъ утвержденія проекта см. на стр. 8.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревяннаго моста чрезъ р. КНЯЗЕВКУ,

на 431 верстѣ

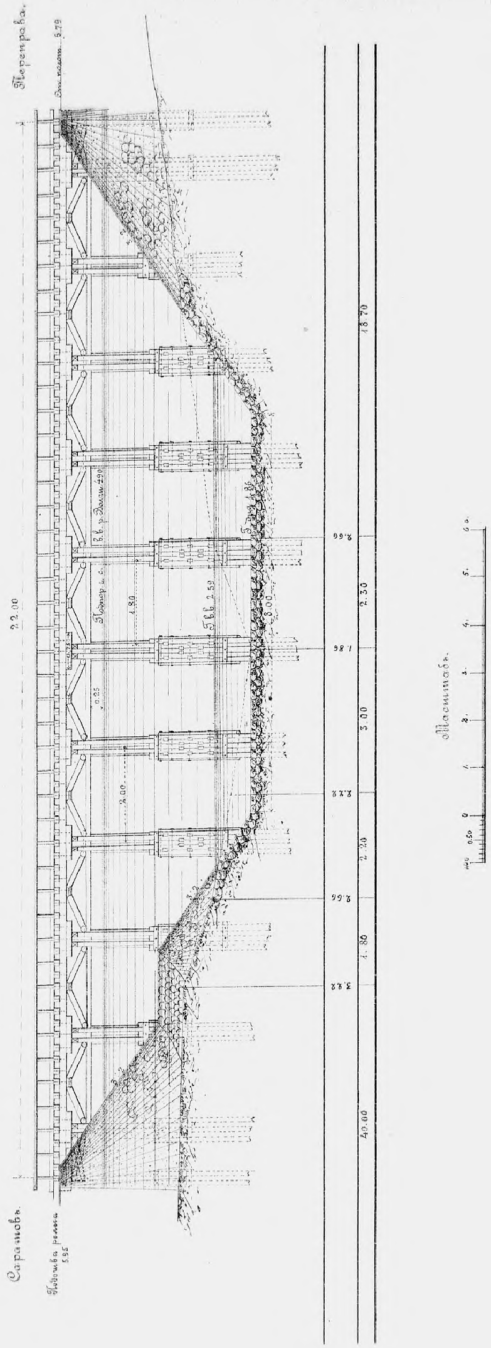
соединительной вѣтви

САРАТОВЪ-ПЕРЕПРАВА.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. МЕЩЕРИТЦКАГО

К утвержденному по докладу Д-та ж. д. отъ 2 Апрѣля 1894 г. за № 741 проекту.

Общій видъ моста чрезъ р. Князевку, на 431 верстѣ соединительной вѣтви Саратовъ-Переправа *).



*) Проектъ сей былъ предложенъ на утвержденіе 29/10 Іюля 1893 г. № 2900 и, послѣдствіе отношенія Г. Инженера отъ 24 Сентября 1893 г. за № 1011, отмѣчено 12 Февраля 1894 г. № 4354. (См. стр. 9).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту подкоснаго моста пролетами въ 2,00 саж. на рѣкѣ КНЯЗЕВКѢ,

на 431 верстѣ

соединительной вѣтви Саратовъ — Переправа.

Въ виду исключительныхъ мѣстныхъ условій, а именно высокаго горизонта весеннихъ водъ р. Волги, обусловливающаго собою высокое поднятіе этихъ водъ и въ рѣчкѣ Князевкѣ, пересѣкаемой линіей желѣзной дороги вблизи ея впаденія въ Волгу, является необходимость перекрыть вышеупомянутую рѣчку деревяннымъ мостомъ иной конструкціи, чѣмъ подкосные мосты типа при насыпи до 6,00 саж.

Несмотря на значительную высоту насыпи, примѣненіе въ настоящемъ случаѣ типа подкосныхъ мостовъ пролетами въ 4 саж. потребовало-бы значительнаго поднятія земляного полотна, невозможнаго въ виду исключительныхъ условій мѣстности и необходимости подхода въ извѣстномъ горизонтѣ къ сооруженіямъ пристаней и переправы.

Поэтому, проектируется мостъ при разстояніи между осями опоръ 2,00 саж., съ подраздѣленіемъ 2-хъ-саж. пролетовъ подкосами на саженные пролеты.

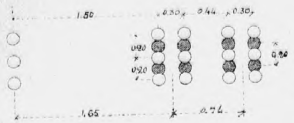
Описаніе моста.

Опорами моста служатъ ряды свай изъ 6 в. лѣса, забитыхъ до отказа, на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга, связанныхъ по верху насадками изъ брусьевъ 10″×10″ и, въ виду значительной высоты насыпи (3,93 саж.), укрѣпленныхъ подкосами изъ 6 в. лѣса, поперечными схватками изъ брусьевъ 10″×10″ и крестами изъ пластинъ 6 в. лѣса (6 в.×3 в.), при чемъ отдѣльныя опоры связаны между собой продольными схватками изъ пластинъ 6 в.×3 в.

Плоскость низа продольныхъ схватокъ должна быть выше горизонта самыхъ высокихъ водъ не менѣе, какъ на 0,25 саж.

Пролеты моста перекрыты двумя прогонами изъ четырехъ брусьевъ 13″×10″ каждый.

На прогонахъ расположена проѣзжая часть, состоящая изъ мостовыхъ поперечинъ 8″×10″, настила изъ $2^1/_2$″×10″ досокъ и перилъ.

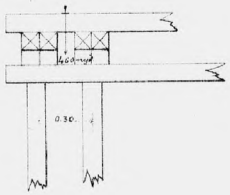


Каждая опора подъ одинъ путь состоитъ изъ 12 основныхъ свай, забитыхъ въ три ряда, по 4 сваи, и изъ 6 подкосныхъ свай, по ряду въ 3 сваи съ каждой стороны.

Разстояніе между осями мостовыхъ поперечинъ принято равнымъ 0,25 саж.=21″. При незначительномъ разстояніи между осями среднихъ прогоновъ=0,30 саж.—10″=∞15″, напряженіе матеріала въ поперечинахъ на изгибъ будетъ $13\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$

Согласно циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 23 Января 1893 г. за № 970, по обѣ стороны каждаго рельса положены двѣ доски 9″×4″, а также имѣются два охранныхъ бруса 6″×7″ для каждаго пути.

Насадки.



Будемъ разсматривать насадку какъ балку, свободно лежащую на двухъ опорахъ при разстояніи между центрами опоръ 0,30 саж.=∞26″ и подверженную сосредоточенной по срединѣ нагрузкѣ въ 460 пуд.

Тогда: $M_{max}=\frac{pl}{4}=\frac{460\times 26}{4}=2990$ пудо-дм.

$$W=\frac{b\,h^2}{6}=\frac{1000}{6}\ \text{куб. дм.}$$

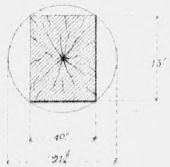
Слѣдовательно, напряженіе насадки:

$$\frac{2990}{1000}\times 6=18\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Прогонъ пролетомъ 1,00 саж.=84″.

Въ виду различнаго расположенія стыковъ и неопредѣленной длины лѣса, а также при замѣнѣ отдѣльныхъ пролетовъ при ремонтѣ мостовъ, прогонъ необходимо разсматривать не какъ неразрѣзную балку о многихъ пролетахъ, а отдѣльно въ каждомъ пролетѣ, какъ брусъ о двухъ опорахъ. Такое предположеніе, очевидно, послужитъ въ пользу прочности.

При расчетѣ нормальныхъ усилій, дѣйствіе подвижной нагрузки принимаемъ непосредственнымъ.



Діаметры бревенъ показаны съ запасомъ на усушку.

Опредѣлимъ *постоянную* нагрузку одного пролета моста (подъ одинъ путь):

1) Отъ рельсовъ со скрѣпленіями $2\times 0{,}75\times 7$. . =10,50 пуд.

2) „ настила $9\times\frac{2^1/_2\times 10}{144}\times 7\times 1{,}12$ . . . . =12,25 „

3) „ охранныхъ брусьевъ:

$2\times\frac{7\times 6}{144}\times 7\times 1{,}12$ . . . . . = 4,57 „

4) Отъ охранныхъ досокъ:

$4\times\frac{9\times 4}{144}\times 7\times 1{,}12$. . . . . = 7,84 пуд.

5) „ перилъ $2\times\frac{6\times 6}{144}\times 7\times 1{,}12$. . . . . = 3,92 „

6) „ стоекъ и подкосовъ къ нимъ:

$2\times\frac{6\times 6}{144}\times\frac{2\times 30}{12}\times 1{,}12$ . . . . . = 2,80 „

7) „ поперечинъ короткихъ:

$2\times\frac{10\times 8}{144}\times 10{,}5\times 1{,}12$. . . . . = 13,07 „

8) „ поперечинъ длинныхъ:

$2\times\frac{10\times 8}{144}\times 16{,}5\times 1{,}12$. . . . . = 20,53 „

9) „ прогоновъ $8\times\frac{10\times 13}{144}\times 7\times 1{,}12$. . . . = 56,62 „

10) Болты, скобы и проч. . . . . 7,90 „

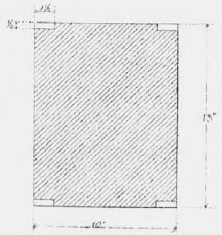
Итого . . . . 140,00 пуд.

Отсюда, постоянная нагрузка на погонный футъ пути:

$$p=\frac{140}{7}=20\ \text{пуд.}$$

Временная нагрузка, по циркуляру Министерства Путей Сообщенія 1884 года № 60, соотвѣтствующая наибольшимъ величинамъ моментовъ близь средины пролета:

$$k=262\ \text{пуд. на пог. фут. пути.}$$



Моментъ инерціи сѣченія 8 прогоновъ:

$$J=8\left[\frac{10\times 13^3}{12}-4\times{}^1/_2\times 1{}^1/_2(6{}^1/_2-{}^1/_4)^2\right]=13709\ (\text{дм.})^4$$

Моментъ сопротивленія:

$$W=\frac{J}{z_0}=\frac{13709}{6^1/_2}=2109\ (\text{дм.})^3$$

Величина наибольшаго момента для средины пролета:

$$M_{max}=(p+k)\frac{l^2}{8}=\frac{(20+262)}{12\times 8}\times 84^2=20727\ \text{пуд.-дм.}$$

Нормальное напряженіе матеріала въ крайнихъ волокнахъ прогона:

$$R=\frac{M_{max}}{W}=\frac{20727}{2109}=9{,}83\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Такъ какъ давленіе колесъ паровоза передается прогону не непосредственно, а черезъ поперечины, которымъ по проекту назначено опредѣленное расположеніе, при чемъ ни одна изъ нихъ не

лежитъ къ опорѣ ближе 21″, то скалывающее напряженіе въ прогонѣ должно расчитывать при такомъ положеніи паровоза, когда переднее колесо находится отъ опоры на разстояніи 21″.

Опредѣлимъ вертикальную силу для этого случая:

a) *Временная нагрузка:*

$$915\left(\frac{11+63}{84}\right)=915\times\frac{74}{84}=806 \text{ пуд.}$$

b) *Постоянная нагрузка:*

$$20\times\frac{7}{2}=70 \text{ пуд.}$$

Полная вертикальная сила:

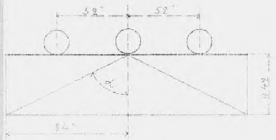
$$806+70=876 \text{ пуд.}$$

Разслаивающее напряженіе, полагая 5% на ослабленіе отъ врубокъ, въ каждомъ изъ 8 брусьевъ:

$$R=\frac{21}{20}\times\frac{876}{8\times{}^2/_3\times13\times10}=1{,}33\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Прогоны расчитаны какъ разрѣзные брусья и перекрытіе стыковъ прогоновъ представляется излишнимъ.

Подкосы.



Четыре подкоса, врубленные съ одной стороны въ дубовую подушку, передаютъ черезъ поперечныя круглыя 6 вер. схватки на опоры временную и постоянную нагрузку отъ расчетнаго пролета моста въ 1,00 саж.

Разстояніе между низомъ прогона и верхомъ продольной схватки:

$$(0{,}42+0{,}63)-[0{,}25+(10''+12''+10'')]=0{,}42 \text{ саж.}$$

Пролетъ между сваями:

$$2{,}00 \text{ саж.}-(0{,}20+0{,}125)=1{,}675 \text{ саж.}$$

$$tg\alpha=\frac{84}{42}=2;$$

$$\alpha=63^0 26'5{,}6''.$$

Постоянная нагрузка:

$$p\times7=20\times7=140 \text{ пуд.,}$$

Временная нагрузка P, которая будетъ *maximum*, когда одно колесо паровоза стоитъ надъ узломъ, а два другія расположены симметрично на сосѣднихъ пролетахъ:

$$P=915+2\times\frac{32}{84}\times915=1612 \text{ пуд.}$$

Полное давленіе на узелъ:

$$D=P+p_1=1612+140=1752 \text{ пуд.}$$

Нормальная составляющая по подкосной рамѣ будетъ:

$$N=\frac{D}{2cos\alpha}=\frac{1752}{2};\ Cos\ 63^0 26'5{,}6''=1958{,}79.$$

Напряженіе матеріала подкосовъ:

$$R=\frac{1958{,}79}{4\times86{,}59}=5{,}66\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Допускаемая прочность сопротивленія:

$$R=\frac{20}{0{,}85+0{,}04\frac{l}{d}}=17{,}54\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

$l=79''$; $d=6$ вер.

Быки составлены изъ 4-хъ продольныхъ рядовъ свай, на разстояніяхъ 0,30 саж., 0,44 саж. и 0,30 саж., другъ отъ друга. При такомъ расположеніи свай относительно рельсовъ, очевидно сваи будутъ напряжены одинаково.

Сваи.

Нагрузка на 12 свай:

a) *Постоянная.*

1) Рельсы и скрѣпленія $2\times0{,}75\times14$ . . . . = 21,00 пуд.

2) Настилъ:

a) доски $9\times\frac{10\times2^1/_2}{144}\times14\times1{,}12$. . . . . = 24,50 „

b) охранные брусья $2\times\frac{7\times6}{144}\times14\times1{,}12$. . = 9,15 „

c) охранныя доски $4\times\frac{9\times4}{144}\times14\times1{,}12$. . = 15,68 „

3) Перила $2\times\frac{6\times6}{144}\times24\times1{,}12$ . . . . . = 13,44 „

4) Поперечины:

a) короткія $4\times\frac{10\times8}{144}\times10{,}5\times1{,}12$ . . . = 26,14 „

b) длинныя $4\times\frac{10\times8}{144}\times16{,}5\times1{,}12$ . . . = 41,06 „

5) Подбалки $8\times\frac{10\times13}{144}\times5{,}25\times1{,}12$ . . . . = 37,98 „

6) Прогоны $8\times\frac{10\times13}{144}\times14\times1{,}12$ . . . . . = 113,24 „

7) Насадки $2\times\frac{10\times10}{144}\times11{,}55\times1{,}12$ . . . . = 17,97 „

8) Подушки:

$$\frac{15{,}5\times7+0{,}5(4+10)6{,}5\times2+5\times2{,}5}{144}\times$$

$$\times9{,}8\times1{,}64 \ldots\ldots\ldots\ldots = 23{,}66 \text{ пуд.}$$

9) Подкосы $8\times\frac{86{,}59}{144}\times6\times1{,}12 \ldots\ldots = 32{,}32$ „

10) Поперечныя схватки:

$$2\times\frac{86{,}59}{144}\times11{,}2\times1{,}12 \ldots\ldots = 15{,}09 \text{ „}$$

11) Продольныя схватки:

$$4\times\frac{86{,}59}{144\times2}\times14\times1{,}12 \ldots\ldots = 18{,}86 \text{ „}$$

12) Продольныя схватки:

$$4\times\frac{10\times8}{144}\times14\times1{,}12 \ldots\ldots = 34{,}84 \text{ „}$$

13) Діагональныя схватки:

a) $\frac{86{,}59}{144\times2}\times31{,}85\times1{,}12 \ldots\ldots = 10{,}72$ „

b) $\frac{10\times5}{144}\times31{,}85\times1{,}12 \ldots\ldots = 12{,}39$ „

14) Нижнія насадки:

$$3\times\frac{10\times10}{144}\times22\times1{,}12 \ldots\ldots = 51{,}33 \text{ „}$$

15) Опорные лежни $2\times\frac{10\times10}{144}\times22\times1{,}12 \ldots = 34{,}22$ „

16) Схватки:

a) короткія $8\times\frac{86{,}59}{144\times2}\times3{,}5\times1{,}12 \ldots = 9{,}42$ „

b) „ $8\times\frac{10\times8}{144}\times3{,}5\times1{,}12 \ldots = 17{,}41$ „

17) Шпонки $20\times\frac{8\times4}{144}\times3{,}5\times1{,}12 \ldots = 17{,}42$ „

18) Нижнія діагональныя схватки:

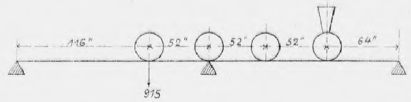
$$2\times\frac{86{,}59}{144\times2}\times34{,}3\times1{,}12 \ldots\ldots = 23{,}10 \text{ „}$$

19) Стойки $8\times\frac{86{,}59}{144}\times12{,}39\times1{,}12 \ldots = 66{,}75$ „

20) Болты, скрѣпленія и проч. $\ldots\ldots = 25{,}31$ „

Итого . . . $=713{,}00$ пуд.

b) *Временная:*



$$A=915\left(1+\frac{116}{168}+\frac{116}{168}+\frac{64}{168}\right)=915\times\frac{464}{168}=2527 \text{ пуд.}$$

Всего нагрузки на одну сваю:

$$\frac{713+2527}{12}=270 \text{ пуд.}$$

Напряженіе матеріала сваи:

$$\frac{270}{86{,}59}=3{,}12\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Сваи для опоръ полагается забить не менѣе 1,50 саж. въ грунтъ независимо отъ отказа.

Для 6 вер. свай при забивкѣ въ грунтъ опредѣлены условія:

1) Наибольшая нагрузка на сваю . . . . . 270 пуд.

2) Вѣсъ бабы . . . . . 30 „

3) Высота паденія бабы:

a) для ручного копра. . . . . 0,50 саж.

b) „ машиннаго „ . . . . . 1,50 „

4) Число ударовъ въ залогѣ:

a) для ручного копра 25,

b) „ машиннаго „ . . . . . 10.

Тогда по формулѣ:

$$P=\frac{nQ^2h}{em(Q+q)}+\frac{Q+q}{m},$$

гдѣ: P—наибольшая нагрузка на сваю;

Q—вѣсъ бабы;

q—вѣсъ сваи, равный 25 пуд.;

n—число ударовъ въ залогѣ;

h—высота паденія бабы;

e—отказъ отъ послѣдняго залога;

m—допущенный коэффиціентъ:

a) для ручного копра 20,

b) „ машиннаго „ . . . . . 8.

Отсюда, послѣ подстановки, находимъ:

a)—для ручного копра:

$$270=\frac{25\times30^2\times0,50}{20e(30+25)}+\frac{30+25}{20},$$

и отказъ отъ послѣдняго залога: $e=0,038$ саж.

b)—для машиннаго копра:

$$270=\frac{10\times30^2\times1,50}{8e(30+25)}+\frac{30+25}{8}$$

и отказъ отъ послѣдняго залога $e=0,117$ саж.,

или отказъ отъ послѣдняго удара $=0,0117$ саж.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Никольскій.*

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

Проекты мостовъ чрезъ р.р. Князевку и Увековку на соединительной вѣтви Саратовъ-Переправа утверждены по докладу отъ 2 Апрѣля 1894 г. за № 741 съ тѣмъ, чтобы охраннымъ брусьямъ была придана ширина не менѣе 8″ и во избѣжаніе уменьшенія полезнаго дѣйствія охранныхъ брусьевъ, взамѣнъ укладки досокъ толщиною въ 4″, были уложены дополнительныя подрельсныя поперечины въ промежуткахъ между существующими, дабы избѣжать такимъ путемъ необходимости дѣлать врубку прилегающихъ къ охраннымъ брусьямъ толстыхъ досокъ въ поперечины, и чтобы были приняты мѣры для предупрежденія поднятія прогоновъ съ опоръ.

Вмѣстѣ съ симъ, согласно тому же докладу, Департаментъ ж. дорогъ:

а) признаетъ утвержденныя Инспекціею величины отверстій названныхъ мостовъ достаточными и разрѣшаетъ допустить проектированныя работы по уменьшенію уклона русла р. Князевки съ тѣмъ, чтобы за состояніемъ русла во время половодья и наводковъ былъ установленъ надлежащій надзоръ, а длина укрѣпляемыхъ мощеніемъ частей русла была назначена Инспекторомъ по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ;

б) предоставляетъ Инспектору, въ случаѣ надобности, потребовать устройства у мостовъ деревянныхъ ледорѣзовъ.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Деминъ.

Вѣрно: (подписалъ) Дѣлопроизводитель Деминъ.

Съ копіей вѣрно:
Завѣдывающій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ утвержденному по докладу Д-та ж. д. отъ 2 Апрѣля 1894 г. за № 741 проекту.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
къ проекту моста чрезъ рѣку КНЯЗЕВКУ,

согласно требованій Д-та ж. д., изложенныхъ въ отношеніи Его П-ва Г. Инспектора отъ 24 Сентября 1893 г. за №. 1011.

---

1) Представляется пояснительная записка и проектъ моста съ поперечными сѣченіями прогоновъ 10″×13″, съ подраздѣленіемъ 2-хъ саж. пролетовъ подкосами на саженные.

2) Въ сопряженіи моста съ насыпью опоры связаны продольными схватками съ помѣщеніемъ вертикальныхъ крестовъ.

3) Ширина междопутія—разстояніе между внѣшними гранями головокъ рельса принято 7′.

4) Разстояніе между подрельсными поперечинами оставлено въ 21″ съ устройствомъ по обѣ стороны рельса настила изъ 4″ досокъ, на основаніи данностей, указанныхъ въ циркулярѣ отъ 23 Января 1893 года за № 970.

5) Охранные брусья 6″×7″, при врубкѣ на 1″ въ поперечину, возвышаются на 1″ надъ головкой рельса.

6) Чертежи представляются въ масштабѣ въ два раза большемъ *).

7 и 8) Представляется планъ бассейна р. Князевки, съ нанесеніемъ горизонтали высокихъ водъ р. Волги выше сооруженія, а также—продольный и поперечный профиля р. Князевки, съ нанесеніемъ искусственнаго русла р. Князевки.

Нанесенная на планѣ горизонталь высокихъ водъ р. Волги даетъ площадь, заливаемую высокими водами р. Волги по бассейну р. Князевки выше моста, въ 0,55 кв. вер.

Наблюденія измѣненія горизонта воды на р. Волгѣ у города Саратова въ періодъ времени съ 1877 г. по 1892 г. даютъ величину наибольшаго паденія воды въ рѣкѣ Волгѣ въ сутки около 0,25 саж. (въ 1889 г. вода въ р. Волгѣ упала въ теченіи 8 сутокъ на 2,00 саж.).

Расходъ въ секунду будетъ:

$$\frac{0,55\times250000\times0,25}{24\times60\times60}=0,398\ \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$$

---

*) *Первоначально проектъ былъ представленъ въ меньшемъ масштабѣ.*

Вышеозначенный расходъ, выведенный въ предположеніи самаго интенсивнаго паденія воды на 0,25 саж. въ сутки при самомъ высокомъ горизонтѣ воды въ р. Волгѣ, стремится къ нулю по мѣрѣ паденія воды въ р. Волгѣ.

Въ формулѣ для опредѣленія отверстія моста, существенное вліяніе на результатъ оказываетъ наибольшая глубина потока a, входящая въ знаменатель.

Очевидно, мы поступимъ въ пользу прочности, если возьмемъ для величины a ея наименьшее значеніе при отсутствіи подпора со стороны Волги, т. е. 0,73 саж. (См. расчетъ отверстія).

Тогда отверстіе будетъ:

$$l=5{,}24\left(1+\frac{0{,}398}{6{,}486}\right)=5{,}24(1+0{,}061)=5{,}56.$$

Приведенное отверстіе по дну:

$$5{,}56-1{,}29+5\times 0{,}75=8{,}02.$$

Длина моста останется безъ перемѣны:

$$3{,}93\times 3+0{,}50+8{,}02+(\text{берма } 1{,}69)=22{,}00.$$

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Никольскій.*

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Къ проекту, утвержденному по докладу Департамента ж. д. отъ 2 Апрѣля 1894 г. № 741.

Текстъ утвержденія проекта см. на стр. 4.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

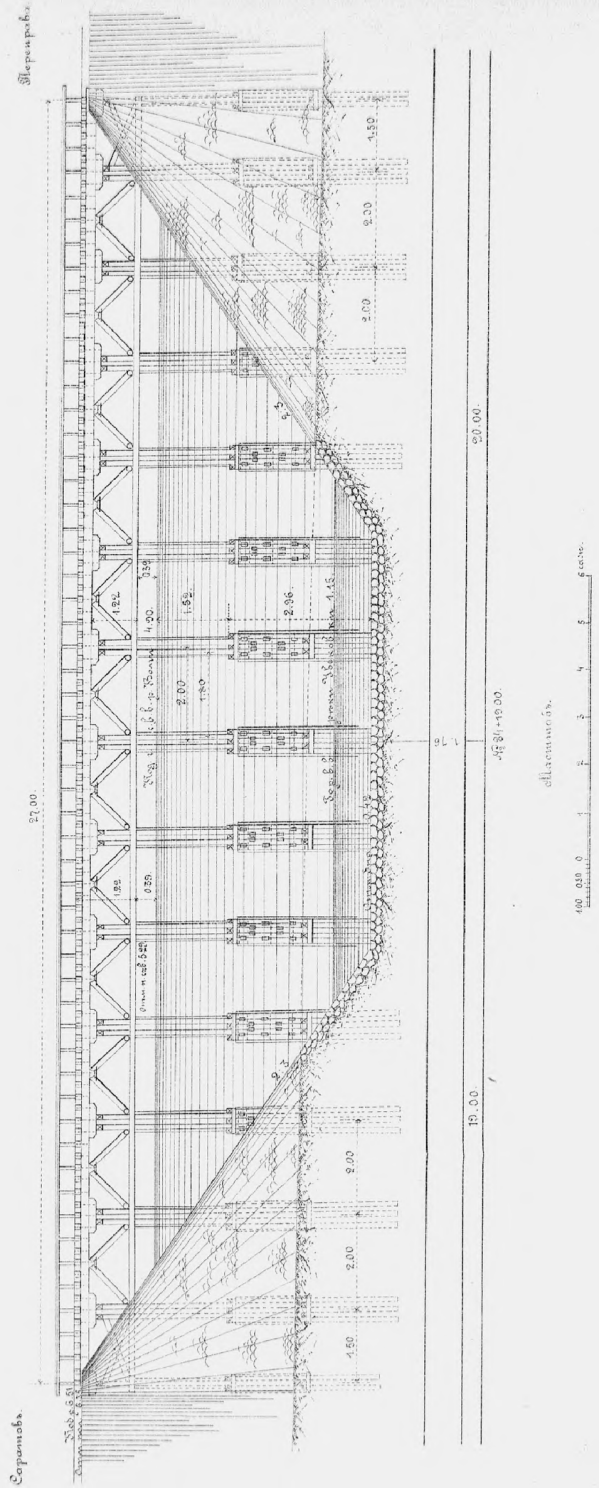
къ проекту деревяннаго моста чрезъ р. УВЕКОВКУ,

на 433 верстѣ

соединительной вѣтви

САРАТОВЪ-ПЕРЕПРАВА.

САРАТОВЪ. Типо-литогр. И. А. Ивановскаго.



*) Проектъ сей былъ представленъ на утвержденіе 27) въ Іюлѣ 1893 г. № 2900 и, вслѣдствіе отношенія Г. Инспектора отъ 24 Сентября 1894 г. за № 1011, отмѣченъ 12 Февраля 1894 г. № 4334. (См. стр. 12).

На подлинномъ написано:

Проектируемое отверстіе въ 7,71 саж. по дну—при условіи укрѣпленія русла одиночной мостовой признаю достаточнымъ. 14 Апрѣля 1893 года № 585.

Подписалъ: И. об. Инспектора, Инженеръ В. Рубанъ.

Вѣрно: И. об. Инспектора, Инженеръ (подписалъ) В. Рубанъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку **УВЕКОВКУ**, на линіи Саратовъ-Переправа *).

ДАННЫЯ:

Площадь бассейна рѣки Увековки опредѣлена по 10-ти верстной картѣ и принята равной—60 кв. верстъ.

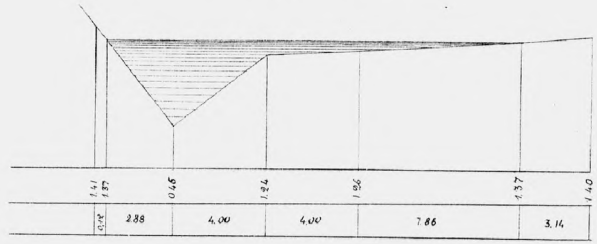
Горизонтъ наивысшихъ весеннихъ водъ опредѣленъ по указаніямъ мѣстныхъ жителей и соотвѣтствуетъ отмѣткѣ—1,15.

Уклонъ этихъ водъ по тѣмъ же указаніямъ получился въ 0,005.

Высота насыпи—5,93 саж.

Для предварительнаго расчета воспользуемся Министерской таблицей коэффиціентовъ (цирк. 11 Ноября 1877 года № 11230). Такимъ образомъ мы получимъ площадь живого сѣченія весеннихъ водъ въ сооруженіи:

$$\omega = 60 \times 0{,}07 = 4{,}20 \text{ кв. саж.}$$



Горизонтъ водъ, соотвѣтствующій полученному живому сѣченію, есть 1,37; дѣйствительно:

$$\omega = \frac{0{,}92 \times 2{,}88}{2} + \frac{0{,}92 + 0{,}13}{2} \times 4 + \frac{0{,}13 + 0{,}11}{2} \times 4 + \frac{0{,}11 \times 7{,}86}{2} =$$

$$= 4{,}24 \text{ кв. саж.}$$

Такимъ образомъ глубина весеннихъ водъ—$H = 0{,}92$ саж.

По наблюденіямъ глубина меженнихъ водъ—$h = 0{,}12$ саж.

*) См. дополнительную пояснительную записку, стр. 13.

Отверстіе моста получимъ по формулѣ:

$$l=\frac{\omega}{\mu\left(H-\frac{h}{3}\right)}=\frac{4,24}{0,9(0,92-0,04)}=5,35 \text{ саж.}$$

И такъ мы безъ риска можемъ оставить горизонтъ весеннихъ водъ, полученный по коэффиціенту Министерства; что же касается уклона весеннихъ водъ, то принимаемъ его равнымъ 0,005.

По этимъ даннымъ мы можемъ опредѣлить расходъ весеннихъ водъ, а именно:

средняя скорость $v=c\sqrt{Ri}$.

Изъ поперечнаго профиля русла имѣемъ:

$\omega=4,24;$

$p=3,02+4,08+4,00+7,86=18,96;$

$R=\frac{\omega}{p}=\frac{4,24}{18,96}=0,224;$

$c=21,52;$

$v=21,52\sqrt{0,224\times0,005}=0,72$ саж.

$Q=\omega\times v=4,24\times0,72=3,05$ куб. саж.

Живое сѣченіе весеннихъ водъ опредѣлится изъ формулы:

$$Q=\mu\times\omega_0\times v_0;$$

μ беремъ $=0,90$,

v_0—средняя скорость въ отверстіи сооруженія оставляемъ $=$ $=v=0,72$ саж.

$$\omega_0=\frac{3,05}{0,9\times0,72}=4,71 \text{ кв. саж.}$$

Такъ какъ мостъ будетъ стоять на искусственно прорытомъ руслѣ (спрямленіе русла вызывается необходимостью сейчасъ за мостомъ, въ сторону переправы, уложить стрѣлку, на прямой и площадкѣ, для вѣтви соединяющей незатопляемый путь съ затопляемымъ), то, оставляя глубину потока $=0.92$ саж., мы получимъ отверстіе моста:

$$l=\frac{4,71}{0,92}=5,12 \text{ саж.}$$

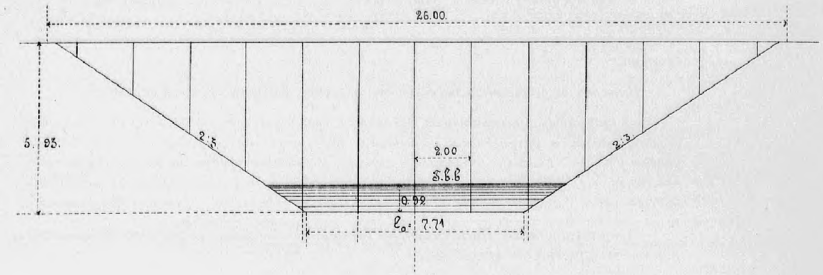
l_0 (приведенное по дну) $=5,12-1,5\times0,92+0,75\times5=7,49.$

Дѣлаемъ:

$$l_0=7,71$$

и тогда длина моста по верху при высотѣ насыпи 5,93 будетъ:

$$L=5,93\times3+7,71+2\times0,25=26,00 \text{ *).}$$



Примѣчаніе. Такъ какъ въ спрямленномъ руслѣ рѣки Увековки грунтъ не представляетъ сплошной плотной глины и при допущенной скорости въ 0,72 саж. возможенъ подмывъ, то является необходимымъ укрѣпить русло одиночной мостовой.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *П. Журданъ.*

За Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ляпуновъ.*

За Старшаго Инженера *Г. Викторовъ.*

---

*) *См. дополнительную пояснительную записку (стр. 14).*

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

Проекты мостовъ чрезъ р.р. Князевку и Увековку на соединительной вѣтви Саратовъ-Переправа утверждены по докладу Департамента жж. дорогъ отъ 2 Апрѣля 1894 г. за № 741 съ тѣмъ, чтобы охраннымъ брусьямъ была придана ширина не менѣе 8" и во избѣжаніе уменьшенія полезнаго дѣйствія охранныхъ брусьевъ, взамѣнъ укладки досокъ толщиною въ 4", были уложены дополнительныя подрельсныя поперечины въ промежуткахъ между существующими, дабы избѣжать такимъ путемъ необходимости дѣлать врубку прилегающихъ къ охраннымъ брусьямъ толстыхъ досокъ въ поперечины, и чтобы были приняты мѣры для предупрежденія поднятія прогоновъ съ опоръ.

Вмѣстѣ съ симъ, согласно тому же докладу, Департаментъ жж. дорогъ:

а) признаетъ утвержденныя Инспекціею величины отверстій названныхъ мостовъ достаточными и разрѣшаетъ допустить проектированныя работы по уменьшенію уклона русла р. Князевки съ тѣмъ, чтобы за состояніемъ русла во время половодья и паводковъ былъ установленъ надлежащій надзоръ, а длина укрѣпляемыхъ мощеніемъ частей русла была назначена Инспекторомъ по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ;

б) предоставляетъ Инспектору, въ случаѣ надобности, потребовать устройства у мостовъ деревянныхъ ледорѣзовъ.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Деминъ.

Вѣрно: (подписалъ) Дѣлопроизводитель Деминъ.

Съ копіей вѣрно:

Завѣдывающій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ утвержденному по докладу Д-та ж. д. отъ 2 Апрѣля 1894 г. за № 741 проекту.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту подкоснаго моста пролетами въ 2,00 саж. на рѣкѣ **УВЕКОВКѢ,**

на 433 верстѣ

соединительной вѣтви Саратовъ — Переправа.

Въ виду исключительныхъ мѣстныхъ условій, а именно высокаго горизонта весеннихъ водъ р. Волги, обусловливающаго собою высокое поднятіе этихъ водъ и въ рѣчкѣ Увековкѣ, пересѣкаемой линіей желѣзной дороги вблизи ея впаденія въ Волгу, является необходимость перекрыть вышеупомянутую рѣчку деревяннымъ мостомъ иной конструкціи, чѣмъ подкосные мосты типа при насыпи до 6,00 саж.

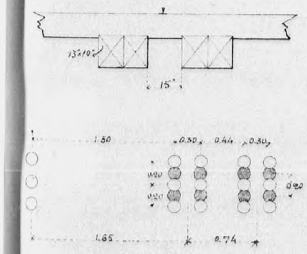
Несмотря на значительную высоту насыпи, примѣненіе въ настоящемъ случаѣ типа подкосныхъ мостовъ пролетами въ 4 саж. потребовало-бы значительнаго поднятія земляного полотна, невозможнаго въ виду исключительныхъ условій мѣстности и необходимости подхода въ извѣстномъ горизонтѣ къ сооруженіямъ пристаней и переправы.

Поэтому, проектируется мостъ при разстояніи между осями опоръ 2,00 саж., съ подраздѣленіемъ 2-хъ-саж. пролетовъ подкосами на саженные пролеты.

Описаніе моста.

Опорами моста служатъ ряды свай изъ 6 в. лѣса, забитыхъ до отказа, на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга, связанныхъ по верху насадками изъ брусьевъ 10"×10" и, въ виду значительной высоты насыпи (5,93 саж.), укрѣпленныхъ подкосами изъ 6 в. лѣса, поперечными схватками изъ брусьевъ 10"×10" и крестами изъ пластинъ 6 в. лѣса (6 в.×3 в.), при чемъ отдѣльныя опоры связаны между собой продольными схватками изъ пластинъ 6 в.×3 в.

Плоскость низа продольныхъ схватокъ расположена выше горизонта самыхъ высокихъ водъ на 0,39 саж.



Пролеты моста перекрыты двумя прогонами изъ четырехъ брусьевъ 13"×10" каждый.

На прогонахъ расположена проѣзжая часть, состоящая изъ мостовыхъ поперечинъ 8"×10", настила изъ $2^1/_2$"×10" досокъ и перилъ.

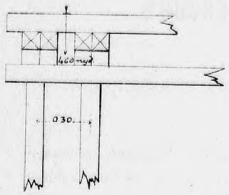
Каждая опора подъ одинъ путь состоитъ изъ 12 основныхъ свай, забитыхъ въ три ряда, по 4 сваи, и изъ 6 подкосныхъ свай, по ряду въ 3 сваи съ каждой стороны.

Разстояніе между осями мостовыхъ поперечинъ принято равнымъ 0,25 саж.=21". При незначительномъ разстояніи между ося-

ми среднихъ прогоновъ $=0{,}30$ саж. $-10'' = \backsim 15''$, напряженіе матеріала въ поперечинахъ на изгибъ будетъ $13 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$

Согласно циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 23 Января 1893 г. за № 970, по обѣ стороны каждаго рельса положены двѣ доски $9'' \times 4''$, а также имѣются два охранныхъ бруса $6'' \times 7''$ для каждаго пути.

Насадки.



Будемъ разсматривать насадку какъ балку, свободно лежащую на двухъ опорахъ при разстояніи между центрами опоръ 0,30 саж. $= \backsim 26''$ и подверженную сосредоточенной по срединѣ нагрузкѣ въ 460 пуд.

Тогда: $max\ M = \frac{pl}{4} = \frac{460 \times 26''}{4} = 2990.$

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{1000}{6} \text{ куб. дм.}$$

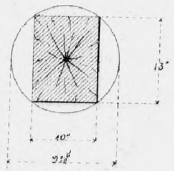
Слѣдовательно, напряженіе насадки:

$$\frac{2990}{1000} \times 6 = 18 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Прогонъ пролетомъ 1,00 саж. = 84″.

Въ виду различнаго расположенія стыковъ и неопредѣленной длины лѣса, а также при замѣнѣ отдѣльныхъ пролетовъ при ремонтѣ мостовъ, прогонъ необходимо разсматривать не какъ неразрѣзную балку о многихъ пролетахъ, а отдѣльно въ каждомъ пролетѣ, какъ брусъ о двухъ опорахъ. Такое предположеніе, очевидно, послужитъ въ пользу прочности.

При расчетѣ нормальныхъ усилій, дѣйствіе подвижной нагрузки принимаемъ непосредственнымъ.



Діаметры бревенъ показаны съ запасомъ на усушку.

Опредѣлимъ *постоянную* нагрузку одного пролета моста (подъ одинъ путь):

1) Отъ рельсовъ со скрѣпленіями $2 \times 0{,}75 \times 7$. . $= 10{,}50$ пуд.

2) Отъ настила:

a) доски $9 \times \frac{10 \times 2^1/_2}{144} \times 7 \times 1{,}12$. . . . . $= 12{,}25$ „

b) охранные брусья $2 \times \frac{7 \times 6}{144} \times 7 \times 1{,}12$ . . $= 4{,}57$ „

c) охранныя доски $4 \times \frac{9 \times 4}{144} \times 7 \times 1{,}12$ . . $= 7{,}84$ „

3) a) Перила $2 \times \frac{6 \times 6}{144} \times 7 \times 1{,}12$ . . . . . $= 3{,}92$ „

b) Стойки и подкосы:

$2 \times \frac{6 \times 6}{144} \times \frac{30 \times 2}{12} \times 1{,}12$. . . . . $= 2{,}80$ „

4) Поперечины короткія:

$2 \times \frac{10 \times 8}{144} \times 10{,}50 \times 1{,}12$. . . . . $= 13{,}07$ пуд.

Поперечины длинныя:

$2 \times \frac{10 \times 8}{144} \times 16{,}50 \times 1{,}12$. . . . . $= 20{,}53$ „

5) Прогоны $8 \times \frac{10 \times 13}{144} \times 7 \times 1{,}12$ . . . . . $= 56{,}62$ „

6) Болты, скобы и проч. . . . . 7,90 „

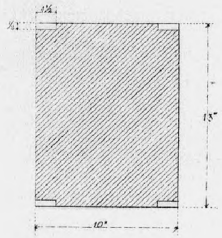
Итого . . . . 140 пуд.

Отсюда, постоянная нагрузка на погонный футъ пути:

$$p = \frac{140}{7} = 20 \text{ пуд.}$$

Временная нагрузка, по циркуляру Министерства Путей Сообщенія 1884 года № 60, соотвѣтствующая наибольшимъ величинамъ моментовъ близь средины пролета:

$k = 262$ пуд. на пог. фут. пути.



Моментъ инерціи сѣченія 8 прогоновъ:

$$J = 8\left[\frac{10 \times 13^3}{12} - 4 \times {}^1/_2 \times 1^1/_2 (6^1/_2 - {}^1/_4)^2\right] = 13709 \text{ (дм.)}^4$$

Моментъ сопротивленія:

$$W = \frac{J}{z_0} = \frac{13709}{6^1/_2} = 2109 \text{ (дм.)}^3$$

Величина наибольшаго момента для средины пролета:

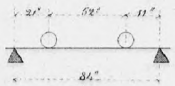
$$M_{max} = (p + k)\frac{l^2}{8} = \frac{(20 + 262)}{12 \times 8} \times 84^2 = 20727 \text{ пуд.-дм.}$$

Нормальное напряженіе матеріала въ крайнихъ волокнахъ прогона:

$$R = \frac{M_{max}}{W} = \frac{20727}{2109} = 9{,}83 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Такъ какъ давленіе колесъ паровоза передается прогону не непосредственно, а черезъ поперечины, которымъ по проекту назначено опредѣленное расположеніе, при чемъ ни одна изъ нихъ не лежитъ къ опорѣ ближе 21″, то скалывающее напряженіе въ прогонѣ должно расчитывать при такомъ положеніи паровоза, когда переднее колесо находится отъ опоры на разстояніи 21″.

Опредѣлимъ вертикальную силу для этого случая:



a) *Временная нагрузка:*

$$915\left(\frac{11 + 63}{84}\right) = 915 \times \frac{74}{84} = 806 \text{ пуд.}$$

б) *Постоянная нагрузка:*

$$20 \times \frac{7}{2} = 70 \text{ пуд.}$$

Полная вертикальная сила:

$$806+70=876 \text{ пуд.}$$

Разслаивающее напряженіе, полагая 5% на ослабленіе отъ врубокъ, въ каждомъ изъ 8 брусьевъ будетъ:

$$R=\frac{21}{20}\times\frac{876}{8\times{}^2/_3\times13\times10}=1{,}33\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Прогоны расчитаны какъ разрѣзные брусья и перекрытіе стыковъ прогоновъ представляется излишнимъ.

Подкосы.

Четыре подкоса, упирающіеся съ одной стороны въ дубовую подушку, передаютъ черезъ поперечныя круглыя 6 вер. схватки на опоры временную и постоянную нагрузку отъ расчетнаго пролета моста въ 1,00 саж.

1) *Постоянная нагрузка* на узелъ:

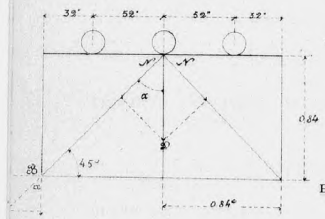
$$p\times7=20\times7=140 \text{ пуд.}$$

2) *Временная нагрузка*, которая будетъ *такъ*, когда одно колесо паровоза стоитъ надъ узломъ, а два другія расположены симметрично на сосѣднихъ пролетахъ:

$$P=915+2\times\frac{32}{84}\times915=1612 \text{ пуд.}$$

Полное давленіе на узелъ:

$$D=P+p_1=1612+140=1752 \text{ пуд.}$$



Разстояніе отъ низа прогона до верха продольной схватки $=0{,}84$ саж. $=1{,}22-(10''+12''+6$ вер.).

$\alpha=45^0$, нормальная составляющая по подкосу будетъ:

$$N=\frac{D}{2\cos\alpha}=1752:0{,}70711\times2=1238{,}86 \text{ пуд.}$$

Послѣдняя распредѣлится на 4 подкоса 6 вер. лѣса. Напряженіе матеріала:

$$R_2=\frac{1238{,}86}{4\times86{,}59}=3{,}58\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Длина подкоса:

$$l=\sqrt{0{,}84^2+0{,}84^2}=1{,}19 \text{ саж.}=8'4''=100''.$$

Допускаемое прочное сопротивленіе сжатію подкоса, при свободной длинѣ его $8'4''=100''$, опредѣлится по формулѣ:

$$R=\frac{20}{0{,}85+0{,}04\frac{l}{d}},$$

гдѣ: $l=100''$ и $d=10{,}5$;

$$R=\frac{20}{0{,}85+0{,}04\frac{100}{10{,}5}}=16{,}26\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Усиліе въ узлѣ B разложится на вертикальную составляющую Y, и горизонтальную—X по схваткамъ; при этомъ:

$$X=N\sin\alpha=1239\times0{,}70711=876 \text{ пуд.}$$

И напряженіе 4 брусчатыхъ схватокъ вмѣстѣ съ 4-мя пластинными, или 2-мя бревнами 6 вер. лѣса будетъ:

$$R=\frac{876}{4\times10\times8+2\times86{,}59}=1{,}78\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.}^2)}$$

Быки составлены изъ 4-хъ продольныхъ рядовъ свай, на разстояніяхъ 0,30 саж., 0,44 саж. и 0,30 саж., другъ отъ друга. При такомъ расположеніи свай относительно рельсовъ, очевидно сваи будутъ напряжены одинаково.

Сваи.

Нагрузка на 12 свай:

а) *Постоянная.*

1) Рельсы и скрѣпленія $2\times0{,}75\times14$ . . . . $=21{,}00$ пуд.

2) Настилъ:

a) доски $9\times\frac{10\times2^1/_2}{144}\times14\times1{,}12$. . . . . $=24{,}50$ „

b) охранные брусья $2\times\frac{7\times6}{144}\times14\times1{,}12$. . $=9{,}15$ „

c) охранныя доски $4\times\frac{9\times4}{144}\times14\times1{,}12$. . $=15{,}68$ „

3) Перила $2\times\frac{6\times6}{144}\times24\times1{,}12$ . . . . . $=13{,}44$ „

4) Поперечины короткія:

$4\times\frac{10\times8}{144}\times10{,}5\times1{,}12$ . . . . . $=26{,}14$ „

Тоже длинныя $4\times\frac{10\times8}{144}\times16{,}5\times1{,}12$ . . $=41{,}06$ „

5) Прогоны $8\times\frac{10\times13}{144}\times14\times1{,}12$ . . . . . $=113{,}24$ „

6) Подбалки $8\times\frac{10\times13}{144}\times5{,}25\times1{,}12$ . . . . $=37{,}98$ „

7) Насадки $2\times\frac{10\times10}{144}\times11{,}55\times1{,}12$ . . . . $=17{,}97$ „

8) Подушки:

$$\frac{15{,}5\times7+2\times6{,}5(4+10)0{,}5+5\times2{,}5}{144}\times$$
$$\times9{,}8\times1{,}64=\frac{(108{,}5+91+12{,}5)\,9{,}8\times1{,}64}{144}=$$
$$=\frac{212\times9{,}8\times1{,}64}{144}\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .=23{,}66 \text{ „}$$

9) Подкосы $8\times\frac{86{,}59}{144}\times7{,}7\times1{,}12$ . . . . . $=41{,}48$ „

10) Поперечныя схватки:

$$2\times\frac{86,59}{144}\times 11,2\times 1,12 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; = 15,09 \text{ пуд.}$$

11) Продольныя схватки:

$$4\times\frac{86,59}{144\times 2}\times 14\times 1,12 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; = 18,86 \text{ „}$$

12) Продольныя схватки:

$$4\times\frac{10\times 8}{144}\times 14\times 1,12 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; = 34,84 \text{ „}$$

13) a) Діагональныя схватки:

$$\frac{86,59}{144\times 2}\times 39,34\times 1,12 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; = 13,25 \text{ „}$$

b) тоже $\frac{10\times 5}{144}\times 39,34\times 1,12 \;.\;.\;.\;.\; = 15,30$ „

14) Нижнія насадки:

$$3\times\frac{10\times 10}{144}\times 22\times 1,12 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; = 51,33 \text{ „}$$

15) Опорные лежни $2\times\frac{10\times 10}{144}\times 22\times 1,12 \;.\;.\;.\; = 34,22$ „

16) Короткія схватки:

$$8\times\frac{86.59}{144\times 2}\times 3,5\times 1,12 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; = 9,42 \text{ „}$$

17) Короткія схватки:

$$8\times\frac{10\times 8}{144}\times 3,5\times 1,12 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; = 17,41 \text{ „}$$

18) Шпонки $20\times\frac{8\times 4}{144}\times 3,5\times 1,12 \;.\;.\;.\;.\;.\; = 17,42$ „

19) Нижнія діагональныя схватки:

$$2\times\frac{86,59}{144\times 2}\times 38,5\times 1,12 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; = 25,92 \text{ „}$$

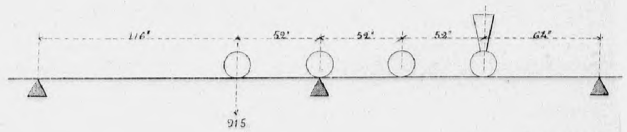
20) Стойки $8\times\frac{86,59}{144}\times 18,34\times 1,12 \;.\;.\;.\;.\; = 98,81$ „

21) Болты, скобы и проч. . . . . = 23,83 „

Итого . . . = 761 пуд.

б) *Временная:*

$$A = 915\left(1+\frac{116}{168}+\frac{116}{168}+\frac{64}{168}\right) = 915\times\frac{464}{168} = 2527 \text{ пуд.}$$



Всего нагрузки на одну сваю:

$$\frac{761+2527}{12} = 274 \text{ пуд.}$$

Напряженіе матеріала сваи:

$$\frac{274}{86,59} = 3,16\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Сваи для опоръ полагается забить не менѣе 1,50 саж. въ грунтъ независимо отъ отказа.

Для 6 вер. свай при забивкѣ въ грунтъ опредѣлены условія:

1) Наибольшая нагрузка на сваю . . . . . 274 пуд.

2) Вѣсъ бабы. . . . . 30 „

3) Высота паденія бабы:

а) для ручного копра. . . . . 0,50 саж.

б) „ машиннаго „ . . . . . 1,50 „

4) Число ударовъ въ залогѣ:

а) для ручного копра 25,

б) „ машиннаго „ . . . . . 10.

Тогда по формулѣ:

$$P = \frac{nQ^2h}{em(Q+q)} + \frac{Q+q}{m},$$

гдѣ: P—наибольшая нагрузка на сваю;

Q—вѣсъ бабы;

q—вѣсъ сваи, равный 25 пуд.;

n—число ударовъ въ залогѣ;

h—высота паденія бабы;

e—отказъ отъ послѣдняго залога;

m—допущенный коэффиціентъ:

а) для ручного копра 20,

б) „ машиннаго „ . . . . . 8.

Отсюда, послѣ подстановки, находимъ:

а)—для ручного копра:

$$274=\frac{25\times30^2\times0,50}{20e(30+25)}+\frac{30+25}{20},$$

и отказъ отъ послѣдняго залога: $e=0,038$ саж.

б)—для машиннаго копра:

$$274=\frac{10\times30^2\times1,50}{8e(30+25)}+\frac{30+25}{8}$$

и отказъ отъ послѣдняго залога $e=0,115$,

или отказъ отъ послѣдняго удара $=0,0115$ саж.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Никольскій.*

Къ утвержденному по докладу Д-та ж. д. отъ 2 Апрѣля 1894 г. за № 741 проекту.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
къ проекту моста чрезъ рѣку УВЕКОВКУ,

согласно требованій Д-та ж. д., изложенныхъ въ отношеніи Его П-ва Г. Инспектора отъ 24 Сентября 1893 г. за №. 1011.

1) Представляется пояснительная записка и проектъ моста съ поперечными сѣченіями прогоновъ 10″×13″, съ подраздѣленіемъ 2-хъ саж. пролетовъ подкосами на саженные.

2) Въ сопряженіи моста съ насыпью опоры связаны продольными схватками съ помѣщеніемъ вертикальныхъ крестовъ.

3) Ширина междопутія—разстояніе между внѣшними гранями головокъ рельса принято 7′.

4) Разстояніе между подрельсными поперечинами оставлено въ 21″ съ устройствомъ по обѣ стороны рельса настила изъ 4″ досокъ, на основаніи данностей, указанныхъ въ циркулярѣ отъ 23 Января 1893 года за № 970.

5) Охранные брусья 6″×7″, при врубкѣ на 1″ въ поперечину, возвышаются на 1″ надъ головкой рельса.

6) Чертежи представляются въ масштабѣ въ два раза большемъ.

7 и 8) Представляется планъ бассейна р. Увековки, съ нанесеніемъ горизонтали высокихъ водъ р. Волги выше сооруженія, а также—продольный и поперечный профиля р. Увековки, съ нанесеніемъ искусственнаго русла р. Увековки.

Нанесенная на планѣ горизонталь высокихъ водъ р. Волги даетъ площадь, заливаемую высокими водами р. Волги по бассейну р. Увековки выше моста, въ 0,80 кв. вер.

Наблюденія измѣненія горизонта воды на р. Волгѣ у города Саратова въ періодъ времени съ 1877 г. по 1892 г. даютъ величину наибольшаго паденія воды въ рѣкѣ Волгѣ въ сутки около 0,25 саж. (въ 1889 г. вода въ р. Волгѣ упала въ теченіи 8 сутокъ на 2,00 саж.).

Расходъ въ секунду будетъ:

$$\frac{0,80\times250000\times0,25}{24\times60\times60}=0,579\ \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$$

Вышеозначенный расходъ, выведенный въ предположеніи самаго интенсивнаго паденія воды на 0,25 саж. въ сутки при самомъ высокомъ горизонтѣ воды въ р. Волгѣ, стремится къ нулю по мѣрѣ паденія воды въ р. Волгѣ.

Въ формулѣ для опредѣленія отверстія моста, существенное вліяніе на результатъ оказываетъ наибольшая глубина потока h, входящая въ знаменатель. Очевидно, мы поступимъ въ пользу прочности, если возьмемъ для величины h ея наименьшее значеніе при отсутствіи подпора со стороны Волги, т. е. 0,92 саж. (См. утвержденный 14 апрѣля 1893 г. № 585 расчетъ отверстія).

Тогда отверстіе будетъ:

$$l=\frac{\omega_0}{h}=\frac{Q}{\mu\times V_0\times h}=\frac{3,629}{0,9\times 0,72\times 0,92}=6,09,$$

гдѣ:

l—отверстіе.

ω_0—площадь живого сѣченія.

Q—общій расходъ$=3,05+0,579=3,629\ \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$

h—глубина потока$=0,92$ саж.

V_0—средняя скорость, принятая въ 0,72 саж. въ сек.

Приведенное по дну отверстіе:

$$l_0=6,09-1,5\times 0,92+5\times 0,75=8,46.$$

Длина моста не измѣнится:

$$L=3\times 5,93+8,46+0,50=26,75\backsim 27 \text{ саж.}$$

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Никольскій.*

Въ исправленномъ видѣ.

81

ОБЩЕСТВО РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Къ проекту, утвержденному по журналу Инженернаго Совѣта отъ 10 Августа 1894 года № 138

Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки.

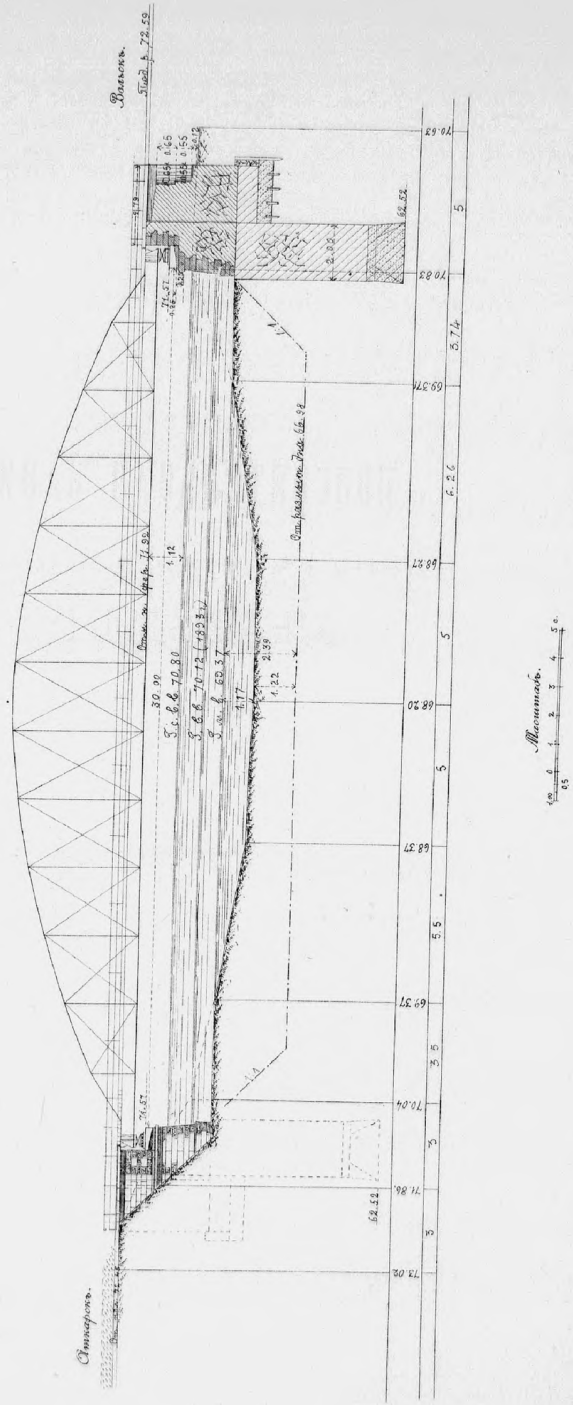
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку МЕДВѢДИЦУ.

на 13 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. Я. О. ФЕЙНБЕРГА.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку **МЕДВѢДИЦУ**,

на 13 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

I. Расчетъ отверстія.

Для опредѣленія расхода р. Медвѣдицы были произведены въ живомъ сѣченіи по оси моста, весною 1893 г., промѣры и наблюденія, которыя дали слѣдующіе результаты:

1) Скорость на поверхности русла, наблюденная поплавками, при горизонтѣ высокой воды, соотвѣтствующемъ отмѣткѣ 70,12 саж.

$$U = 0{,}379 \text{ саж.} = 2{,}653 \text{ фут.}$$

2) Уклонъ высокой воды, опредѣленный нивеллировкой, — $i = 0{,}000067$.

3) Отмѣтка самой высокой воды по показанію старожиловъ, но безъ обозначенія года — 70,80 саж.

4) При наблюденномъ горизонтѣ 70,12 саж., вода на поймѣ не имѣетъ теченія, такъ какъ болѣе низкія точки живого сѣченія поймы находятся въ котловинѣ. При наивысшемъ же горизонтѣ (70,80 саж.) вода на поймѣ можетъ имѣть весьма незначительную скорость, вслѣдствіе густыхъ порослей, покрывающихъ пойму.

5) Площадь бассейна р. Медвѣдицы у мѣста перехода, опредѣленная по 10-ти верстной картѣ,

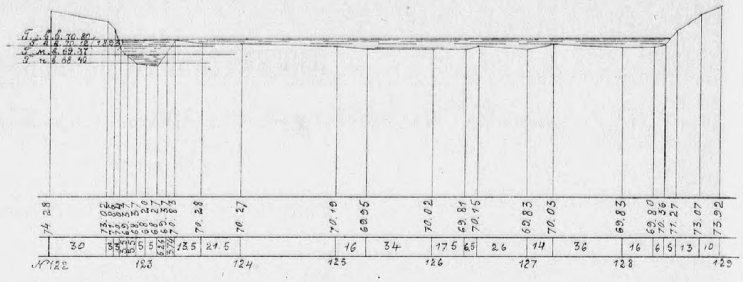
$$\Omega = 2430 \text{ квадр. верстъ.}$$

Живое сѣченіе рѣки Медвѣдицы состоитъ изъ главнаго русла и поймы, причемъ при наблюденномъ горизонтѣ вода въ поймѣ не имѣетъ теченія, почему можно допустить, что при наивысшемъ горизонтѣ, соотвѣтствующемъ по показанію жителей отмѣткѣ 70,80 саж., вода въ поймѣ можетъ имѣть весьма незначительную скорость, вслѣдствіе густыхъ порослей, покрывающихъ пойму.

Произведенныя при отмѣткѣ 70,12 саж. изысканія доставили слѣдующее живое сѣченіе.

Живое сѣченіе р. Медвѣдицы

по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega=\frac{0,20\times0,08}{2}+\frac{0,08+0,75}{2}\times3,5+\frac{0,75+1,75}{2}\times5,5+$$
$$+\frac{1,75+1,92}{2}\times5,0+\frac{1,92+1,85}{2}\times5,0+\frac{1,85+0,75}{2}\times6,26+$$
$$+\frac{0,75\times1,90}{2}=35,786 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=\sqrt{0,20^2+0,08^2}+\sqrt{3,5^2+0,67^2}+\sqrt{5,5^2+1,0^2}+\sqrt{5,0^2+0,17^2}+$$
$$+\sqrt{5,0^2+0,07^2}+\sqrt{6,26^2+1,1^2}+\sqrt{1,9^2+0,75^2}=27,78 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{p}=\frac{35,786}{27,78}=1,288 \text{ саж.}=2,744 \ mtr.$$

Поверхностный уклонъ для расчета принятъ $i=0,00007$.

Средняя скорость въ нестѣсненномъ руслѣ, по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,25$:

$$v=c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ:}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00007}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00007}\right)\frac{0,025}{\sqrt{2,744}}}=50,73;$$

$$v_1=50,73\sqrt{2,744\times0,00007}=0,701 \ mtr.=0,328 \text{ саж.}$$

Между тѣмъ наибольшая скорость на поверхности, наблюденная поплавками при горизонтѣ 70,12 саж., по предыдущему:

$$v_{max}=0,379 \text{ саж.},$$

каковой скорости, по *Weisbach*'у, соотвѣтствуетъ средняя скорость

$$v_0=0,873\times v_{max}=0,381 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ расчетъ, по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при горизонтѣ 70,12 саж. и $n=0,025$ даетъ нѣкоторый запасъ, почему наибольшій расходъ, соотвѣтствующій наивысшему горизонту 70,80 саж., и вычисленный также при $n=0,025$, несомнѣнно дастъ нѣкоторый запасъ сравнительно съ имѣющимъ мѣсто въ дѣйствительности.

При наивысшемъ горизонтѣ 70,80 саж.:

Главное русло, шириною по урѣзу 30,26 саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=\frac{1,26\times0,76}{2}+\frac{0,76+1,43}{2}\times3,5+\frac{1,43+2,43}{2}\times5,5+$$
$$+\frac{2,43+2,60}{2}\times5+\frac{2,60+2,53}{2}\times5+\frac{2,53+1,43}{2}\times6,26+$$
$$+\frac{1,43\times3,66}{2}=55,338 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=\sqrt{1,26^2+0,76^2}+\sqrt{3,5^2+0,67^2}+\sqrt{5,5^2+1,0^2}+2\times5,00+$$
$$+\sqrt{6,26^2+1,1^2}+\sqrt{3,66^2+1,43^2}=30,92 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{55,338}{30,92}=1,466 \text{ саж.}=3,123 \ mtr.$$

Принимая уклонъ воды при горизонтѣ 70,80 саж. равнымъ уклону $i=0,00007$, наблюденному при отмѣткѣ 70,12 саж., имѣемъ среднюю скорость въ нестѣсненномъ руслѣ, по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,025$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00007}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00007}\right)\frac{0,025}{\sqrt{3,123}}}=52,17;$$

$$v_1=52,17\sqrt{3,123\times0,00007}=0,767 \ mtr.=0,355 \text{ саж.}$$

Расходъ по главному руслу

$$Q_1=\Omega_1\times v_1=55,338\times0,355=19,65 \text{ куб. саж.}$$

Пойма, шириною по урѣзу 258,70 саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2=\frac{12,8\times0,52}{2}+\frac{0,52+0,53}{2}\times21,5+\frac{0,53+0,61}{2}\times50+$$
$$+\frac{0,61+0,85}{2}\times16+\frac{0,85+0,78}{2}\times34+\frac{0,78+0,99}{2}\times17,5+$$
$$+\frac{0,99+0,65}{2}\times6,5+\frac{0,65+0,97}{2}\times26+\frac{0,97+0,77}{2}\times14+$$
$$+\frac{0,77+0,97}{2}\times36+\frac{0,97+1,00}{2}\times16+\frac{1,00+0,44}{2}\times6+$$
$$+\frac{0,44\times2,40}{2}=188,491 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=12,80+21,50+50,00+16,00+34,00+17,50+6,50+26,00+$$
$$+14,00+36,00+16,00+\sqrt{0,56^2+6^2}+\sqrt{2,40^2+0,44^2}=$$
$$=258,76 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{188,491}{258,76}=0,728 \text{ саж.}=1,551 \ mtr.$$

Средняя скорость до постройки моста, по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}030$, вслѣдствіе весьма незначительной скорости воды въ поймѣ:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i},\ \text{гдѣ:}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}03}+\frac{0{,}00155}{0{,}00007}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00007}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}551}}}=37{,}73;$$

$$v_2=37{,}73\sqrt{1{,}551\times 0{,}00007}=0{,}266\ mtr.=0{,}184\ \text{саж.}$$

Расходъ по поймѣ

$$Q_2=\Omega_2\times v_2=188{,}491\times 0{,}184=34{,}68\ \text{куб. саж.}$$

Такимъ образомъ полный расходъ р. Медвѣдицы при наивысшемъ горизонтѣ 70,80 саж., будетъ:

$$Q=Q_1+Q_2=19{,}65+34{,}68=54{,}33\ \text{куб. саж.}$$

Проектируемъ желѣзный мостъ на каменныхъ устояхъ, съ однимъ пролетомъ въ 30 саж., съ ѣздою по низу.

Площадь пропускного отверстія, при срѣзкѣ грунта до горизонта меженнихъ водъ, будетъ:

$$\omega=30\times 1{,}43+\frac{5{,}5\times 1{,}00}{2}+\frac{1{,}00+1{,}17}{2}\times 5+\frac{1{,}17+1{,}10}{2}\times 5+$$
$$+\frac{1{,}10\times 6{,}26}{2}=60{,}19\ \text{кв. саж.}$$

Рабочая же площадь живого сѣченія равна

$$\mu\omega=0{,}9\times 60{,}19=54{,}17\ \text{кв. саж.},$$

гдѣ: $\mu=0{,}9$ есть коэффиціентъ сжатія струи.

Слѣдовательно, средняя скорость подъ мостомъ, будетъ:

$$v=\frac{Q}{\mu\omega}=\frac{54{,}33}{54{,}17}=1\ \text{саж.}=7'.$$

Этой средней скорости соотвѣтствуетъ, по *Дюбуа*, скорость по дну

$$v_1'=\frac{1}{1{,}33}=0{,}75\ \text{саж.}=5{,}26\ \text{фут.}$$

Верхній слой грунта—наносный мелкій песокъ и при этой скорости весь будетъ смытъ, причемъ произойдетъ увеличеніе живого сѣченія, а слѣдовательно, уменьшеніе скорости.

Остановимся на томъ моментѣ размыва, когда средняя скорость, продолжая уменьшаться, дошла до 0,55 саж., каковой скорости соотвѣтствуетъ, по *Дюбуа*, скорость по дну

$$v_1'=\frac{0{,}55}{1{,}33}=0{,}42\ \text{саж.}=3\ \text{фут.}$$

При этой скорости необходимая площадь пропускного отверстія, будетъ:

$$\Omega=\frac{Q}{\mu v}=\frac{54{,}33}{0{,}9\times 0{,}55}=108{,}70\ \text{кв. саж.},$$

тогда какъ площадь живого сѣченія до размыва равна

60,19 кв. саж.

Слѣдовательно, увеличеніе площади живого сѣченія вслѣдствіе размыва, есть:

$$108{,}70-60{,}19=48{,}51\ \text{кв. саж.},$$

что соотвѣтствуетъ размыву русла на глубину 2,39 саж. отъ меженняго горизонта, то есть до отмѣтки 66,98 саж.

Дѣйствительно, въ этомъ предположеніи площадь пропускного отверстія равна

$$30\times 1{,}43+2{,}39^2+25{,}22\times 2{,}39=108{,}89\ \text{кв. саж.}$$

Очевидно, что начиная съ этого момента, дальнѣйшій размывъ дна прекратится, такъ какъ на отмѣткѣ 66,98 саж. расположенъ слой плотнаго песка, не размывающійся при скорости по дну въ 3′ въ секунду.

Полученная, такимъ образомъ, площадь не только достаточна, но и представляетъ большой излишекъ противъ необходимой, что подтверждается данными циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 11 Ноября 1877 г. за № 11230, такъ какъ по таблицѣ *Бѣлинскаго* для площади бассейна р. Медвѣдицы въ 2430 кв. верстъ, необходимая площадь отверстія

$$\Omega_1'=2430\times 0{,}035=85{,}05\ \text{кв. саж.},$$

почти вдвое менѣе исчисленной 108,70 кв. саж.

Такимъ образомъ величина размыва въ предположеніи его равномѣрности, считая отъ самой пониженной точки русла, есть:

$$2{,}39-1{,}17=1{,}22\ \text{саж.}$$

Нѣсколько большая величина размыва получается, исходя изъ нижеслѣдующаго.

Выше былъ опредѣленъ средній радіусъ $R_0=1{,}47$ саж. до размыва главнаго русла, при горизонтѣ самыхъ высокихъ водъ 70,80 саж.

Наибольшая глубина h' послѣ размыва, считая отъ того же горизонта, опредѣляется изъ извѣстнаго соотношенія:

$$\frac{h'}{R_1}=\frac{h_0}{R_0},$$

гдѣ: $h_0=70{,}80-68{,}20=2{,}60$ саж.

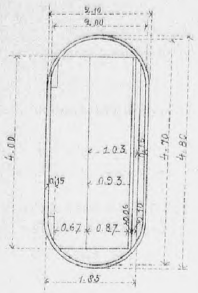
$$R_1=R_0+1{,}22=1{,}47+1{,}22=2{,}69\ \text{саж.},$$

слѣдовательно, въ предположеніи неравномѣрнаго размыва русла, величина этого размыва, будетъ:

$$h'=2{,}69\times\frac{2{,}60}{1{,}47}=2{,}15\ \text{саж.}$$

Достаточность принятаго отверстія окончательно подтверждается тѣмъ, что на Козлово-Саратовской дорогѣ, пересѣкающей р. Медвѣдицу ниже на 10 верстъ, существуетъ желѣзный мостъ пролетомъ въ 30 саж., между тѣмъ, соотвѣтствующая площадь бассейна равна 3030 кв. вер. и, кромѣ того, ниже Аткарско-Вольской линіи р. Медвѣдица принимаетъ въ себя притокъ Колышлей и нѣсколько значительныхъ овраговъ.

II. Расчетъ опоръ.



Береговыя опоры моста предположено составить каждую изъ двухъ частей, изъ коихъ одна часть, обращенная къ рѣкѣ, должна имѣть видъ быка, заложеннаго на кессонѣ на опредѣленной ниже глубинѣ, а другая часть, прилегающая къ насыпи, должна представлять стѣнку изъ каменной кладки, предназначенную лишь для принятія давленія насыпи, и заложенную на меньшей глубинѣ на сваяхъ.

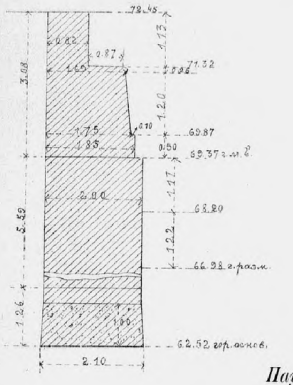
Опредѣленная ниже, по *Паукеру*, глубина заложенія должна быть не менѣе 1,84 саж. Слѣдовательно, глубина заложенія опоры, считая отъ горизонта меженнихъ водъ, должна быть не меньше

$$1{,}17+1{,}22+1{,}84=4{,}23 \text{ саж.},$$

то есть кессонъ долженъ быть заложенъ на отмѣткѣ не выше 65,14 саж.

Предполагая же, что размывъ будетъ неравномѣрный, т. е. не 1,22 саж., а вычисленный нами выше 2,15 саж., получимъ расчетную глубину заложенія кессона, считая отъ горизонта меженнихъ водъ,

$$1{,}17+2{,}15+1{,}84=5{,}16 \text{ саж.},$$



т. е. кессонъ долженъ быть заложенъ на отмѣткѣ не выше 64,21. По проекту же предположено заложить на отмѣткѣ 62,52 саж., т. е. на глубину отъ горизонта меженнихъ водъ:

$$69{,}37-62{,}52=6{,}85 \text{ саж.};$$

при этомъ величина коэффиціентовъ устойчивости,

до размыва:

$$\frac{6{,}85-1{,}17}{1{,}84}=3{,}09;$$

послѣ размыва:

$$\frac{6{,}85-2{,}39}{1{,}84}=2{,}42.$$

Теперь опредѣлимъ необходимую глубину заложенія опоры, по *Паукеру*,

Вѣсъ опоры:

$$P=1300\left(\frac{9{,}14+8{,}52}{2}\times 1{,}00+8{,}52\times 5{,}85+4{,}00\times 1{,}85\times 0{,}50+\right.$$
$$+\frac{1{,}75\times 4{,}00+1{,}67\times 4{,}00}{2}\times 1{,}21+1{,}72\times 4{,}00\times 0{,}25+1{,}12\times$$
$$\left.\times 0{,}82\times 4{,}00\right)=1300\left(8{,}83+49{,}84+3{,}70+8{,}28+1{,}72+\right.$$
$$\left.+3{,}67\right)=1300\times 76{,}04=98852 \text{ пуд.}$$

Наибольшая нагрузка 30 саж. пролета составляется изъ:

Вѣса пролетныхъ частей	=	15025 пуд.
„ временной нагрузки $=96\times 7\times 30$. .	=	20160 „
„ проѣзжей части $=10\times 7\times 30$ . . .	=	2100 „
		37285 пуд.

Слѣдовательно, опорное давленіе отъ пролета съ нагрузкой равно $\frac{37285}{2}=$ . . . . . 18645 пуд.

Вѣсъ кладки въ опорѣ. . . . . 98852 „

Всего . . 117497 пуд.

Необходимая глубина заложенія, по *Паукеру*:

$$h'\geqq h\times tg^4\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)=\frac{h}{7}$$

при $\varphi=26^0 34'$.

Приведенная къ матеріалу грунта нагрузка:

$$h=\frac{117497}{1000\times 9{,}14}=12.86 \text{ саж.}$$

и $h'=\frac{12{,}86}{7}=1{,}84$ саж.

Опредѣленіе глубины заложенія основанія подъ заднюю стѣнку устоя.

Вѣсъ задней стѣнки, сопрягающей устой съ берегомъ:

$$P=1300\{1{,}97\times 2{,}20\times 4{,}28\}=18{,}54\times 1300=24102 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ паровоза, стоящаго надъ устоемъ $=3050$ пуд.

Слѣдовательно, всего нагрузки на стѣнку:

$$24102+3050=27152 \text{ пуд.}$$

Необходимая глубина заложенія основанія, обезпечивающая сооруженіе отъ выпиранія грунта, по *Паукеру:*

$$h'\geqq h\times tg^4\left(45-\frac{\varphi^0}{2}\right);$$

откуда, при $\varphi^0=26^0 34'$, найдемъ $h'\geqq\frac{h}{7}$.

Приведенная къ матеріалу грунта нагрузка:

$$h=\frac{27152}{4000\omega}=\frac{27152}{1000\times 2{,}40\times 1{,}97}=\frac{27152}{4728}=5{,}75 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно:

$$h'\leqq\frac{5{,}75}{7}=0{,}82 \text{ саж.}$$

Принятая же въ проектѣ глубина $=1{,}20+1{,}43=2{,}63$ саж.

Слѣдовательно, коэффиціентъ устойчивости:

$$\frac{2{,}63}{0{,}82}=3{,}20.$$

Давленіе на сваю.

Такъ какъ подъ основаніемъ стѣнки расположено 20 свай, а все давленіе на основаніе = 27152 пуд., то на одну сваю приходится

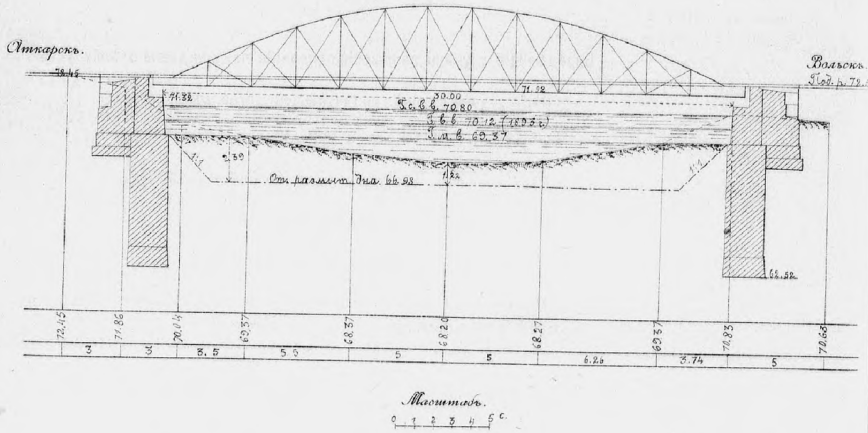
$$\frac{27152}{20} = 1358 \text{ пуд.}$$

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

Общій видъ моста чрезъ р. Медвѣдицу, на 13 вер. Аткарско-Вольской линіи



Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

По журналу Инженернаго Совѣта отъ 10 августа 1894 г., № 138, постановлено:

I.—Одобрить представленный при рапортѣ Инспектора строющихся линій отъ 6 іюля 1894 г., № 1710, проектъ общаго расположенія и опоръ моста чрезъ р. Большую Медвѣдицу, на 13-й вер. Аткарскъ-Вольской вѣтви, съ тѣмъ, чтобы:

1)—подпорныя стѣнки устоевъ не были опираемы на выступы переднихъ частей устоевъ;

2)—родъ основанія подъ подпорныя стѣнки (сваи или бетонъ) былъ избранъ по соглашенію Главнаго Инженера съ Инспекторомъ по сооруженію новыхъ линій Рязанско-Уральской ж. дороги;

3)—заднія грани подпорныхъ стѣнокъ были сдѣланы безъ уступа.

II.—Обратить вниманіе Правленія Общества Рязанско-Уральской ж. дороги на цѣлесообразность, въ виду песчанаго грунта, примѣненія, взамѣнъ кессоновъ, если это окажется въ данномъ случаѣ болѣе выгоднымъ, системы основаній при помощи опускныхъ колодцевъ, какъ это сдѣлано въ мостѣ чрезъ р. Ла на Риго-Тукумской ж. дорогѣ.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Деминъ.

Вѣрно: Дѣлопроизводитель (подписалъ) Деминъ.

Съ копіей вѣрна: Завѣдующій Чертежнаго Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

Настоящій расчетъ одобренъ къ исполненію. Іюня 8 дня 1894 года. Подписалъ за Инспектора А. Трубниковъ.

Вѣрно: За Инспектора (подписалъ) А. Трубниковъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

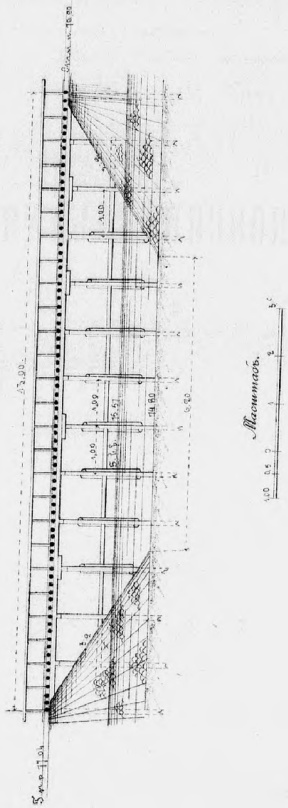
къ проекту моста чрезъ р. ХОРОШЕВКУ,

на 19 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. ФЕОКРИТОВА

Общій видъ моста чрезъ р. Хорошевку,
на 19 вер. Аткарско-Вольской линіи.



Масштабъ.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку **ХОРОШЕВКУ**,

на 19 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

За неимѣніемъ другихъ данныхъ, опредѣленіе живого сѣченія р. Хорошевки произведено на основаніи циркуляра Министерства Путей Сообщенія, отъ 11-го Ноября 1877 года за № 11230.

Площадь бассейна рѣки Хорошевки непосредственной съемкой мѣстности опредѣлена въ 62 кв. вер.

Необходимая площадь живого сѣченія подъ мостомъ:

$$\Omega = 62 \times 0{,}07 = 4{,}34 \text{ кв. саж.}$$

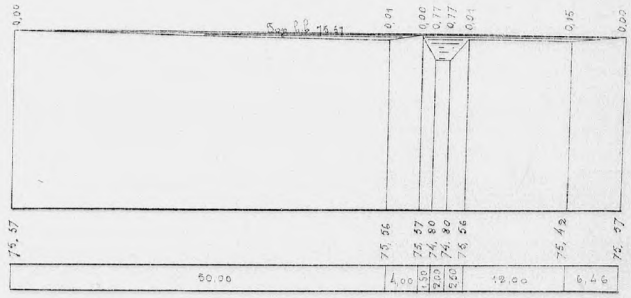
и соотвѣтствуетъ отмѣткѣ в. в. 75,57.

Дѣйствительно при этой отмѣткѣ площадь живого сѣченія будетъ:

$$\Omega_1 = \frac{0{,}01 \times 50}{2} + \frac{0{,}01 \times 4}{2} + \frac{0{,}77 \times 1{,}5}{2} + \frac{0{,}77 + 0{,}77}{2} \times 2 + \frac{0{,}77 + 0{,}01}{2} \times 2{,}5 + \frac{0{,}01 + 0{,}15}{2} \times 12 + \frac{0{,}15 \times 6{,}46}{2} =$$

$$= 4{,}807 \text{ кв. саж.}$$

Живое сѣченіе рѣки Хорошевки
по оси моста.



По мѣстнымъ условіямъ представляется необходимымъ устройство искусственнаго русла, причемъ отмѣтка дна 74,80 искусственнаго русла опредѣлена изъ того условія, чтобы придать уклонъ дну не меньше того, какой имѣется теперь въ естественномъ руслѣ.

Перекрываемъ искусственное русло балочнымъ мостомъ о 13-ти пролетахъ, по утвержденному типу. Длина моста $L=13,00$ саж. по верху, при высотѣ насыпи 2,10 саж.

Полученная такимъ образомъ площадь отверстія, за вычетомъ проекцій свай, при глубинѣ потока подъ мостомъ въ 0,77 саж., будетъ:

$$\Omega'=0,77(6,20+1,5\times0,77)-8\times0,125\times0,77=5,66-0,77=$$
$$=4,89 \text{ саж.},$$

что болѣе требуемой.

Отмѣтка дна—74,80.

Отмѣтка полотна—76,90.

Отмѣтка низа прогона:

$$76,90-0,10=76,80.$$

Разстояніе отъ горизонта высокихъ водъ до низа прогона:

$$76,80-75,57=1,23>0,25 \text{ саж.}$$

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *П. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

Настоящій расчетъ одобренъ къ исполненію. Іюня 8 дня 1894 года. Подписалъ за Инспектора А. Трубниковъ.

Вѣрно: За Инспектора (подписалъ) А. Трубниковъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. БЕРЕЗОВКУ,

на 27 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. ФЕОФИТОВА.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку БЕРЕЗОВКУ,

на 27 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

Для опредѣленія расхода р. Березовки, имѣются слѣдующія данныя:

1) Площадь бассейна, измѣренная по 10-ти верстной картѣ, равна . . . . . 85 кв. вер.

2) Горизонтъ высокихъ водъ, по указанію мѣстныхъ жителей. . . . . 77,05.

3) Горизонтъ меженнихъ водъ. . . . . 75,39.

4) Наименьшая отмѣтка дна рѣки . . . . . 74,89.

5) Уклонъ, опредѣленный на 500 саж. ниже моста . $i=0{,}00034$.

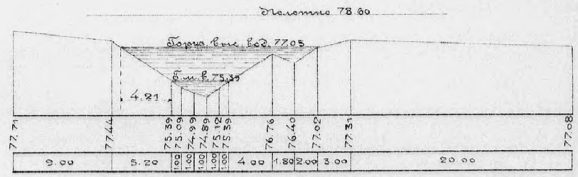
Кромѣ того, выше мѣста перехода линіей ж. дор. имѣются мельничные пруды съ водоудержательными плотинами, безъ водослива, могущими держать воду въ нижнемъ прудѣ на горизонтѣ 77,30.

Для пропуска же весеннихъ водъ, плотины эти разбираются.

Первый изъ прудовъ расположенъ выше линіи перехода въ 125 саж., а второй—выше перваго на $1\frac{1}{2}$ версты.

Живое сѣченіе р. Березовки

по оси моста.



При наивысшей отмѣткѣ 77,05 имѣемъ:

Площадь живого сѣченія.

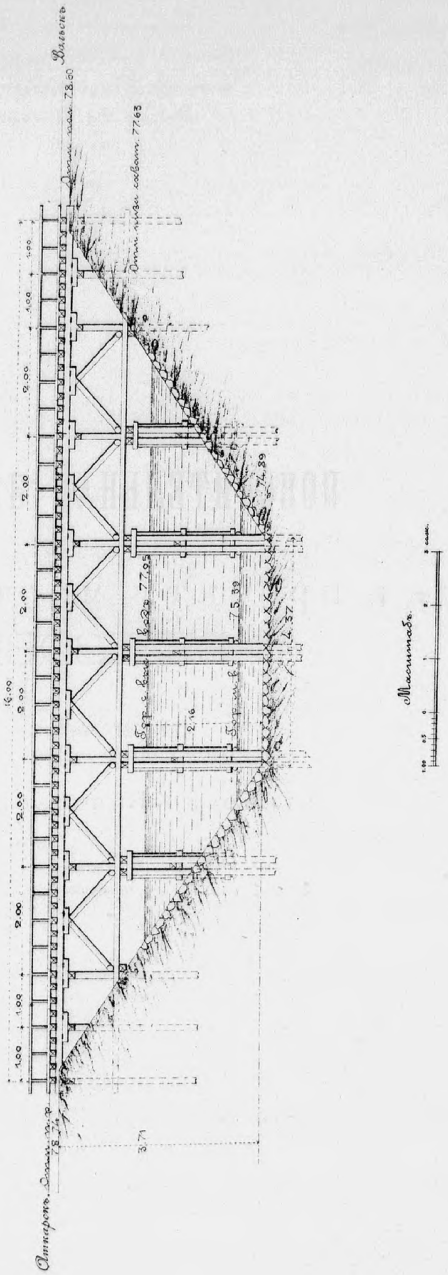
$$\Omega=\frac{4{,}21\times1{,}66}{2}+\left(\frac{1{,}66}{2}+1{,}96+2{,}06+2{,}16+1{,}93+\frac{1{,}66}{2}\right)\times$$

$$\times1{,}00+\frac{1{,}66+0{,}29}{2}\times4+\frac{0{,}29+0{,}65}{2}\times1{,}80+\frac{0{,}65+0{,}03}{2}\times$$

$$\times2+\frac{0{,}03\times0{,}31}{2}=18{,}69 \text{ кв. саж.}$$

Общій видъ моста чрезъ р. Березовку,

на 27 вер. Аткарско-Вольской линіи.



Подводный периметръ:

$$p=\sqrt{4,21^2+1,66^2}+\sqrt{1,00^2+0,36^2}+1,00+1,00+\sqrt{1,00^2+0,23^2}+$$
$$+\sqrt{1,00^2+0,27^2}+\sqrt{4^2+1,37^2}+\sqrt{1,80^2+0,36^2}+\sqrt{2^2+0,62^2}+$$
$$+0,31=18,07 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{p}=\frac{18,69}{18,07}=1,034 \text{ саж.}=2,206 \ mtr.$$

За неимѣніемъ наблюденныхъ скоростей, среднюю скорость находимъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, принимая $n=0,025$:

$$v=c\sqrt{Ri},$$

гдѣ:

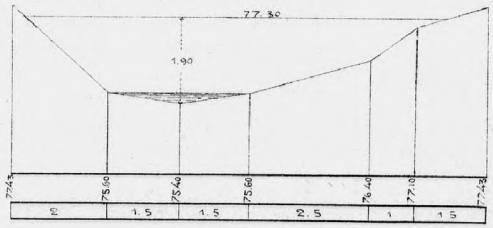
$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00034}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00034}\right)\frac{0,025}{\sqrt{2,206}}}=46,02;$$

$$v=46,02\sqrt{2,206\times0,00034}=46,02\times0,0274=1,261 \ mtr.=$$
$$=0,59 \text{ саж.}$$

Наибольшій расходъ р. Березовки

$$Q=\Omega\times v=18,69\times0,59=11,03 \text{ куб. саж.}$$

Поперечный профиль оврага близь плотины перпендикулярно къ теченію рѣки.



Прорывъ плотины верхняго пруда не имѣетъ значенія, такъ какъ горизонтъ нижняго пруда можетъ подняться только на незначительную высоту и, затѣмъ, вода выйдетъ изъ береговъ и разольется по поймѣ тонкимъ слоемъ. Поэтому опредѣляемъ расходъ воды во время прорыва нижней плотины въ томъ случаѣ, когда съ верховой стороны плотины вода стоитъ на наивысшемъ возможномъ уровнѣ, съ низовой же—рѣка совершенно пересохла, что возможно въ межень. Для полученія наибольшаго расхода предположимъ, что вода прорываетъ плотину и сноситъ ее цѣликомъ.

Среднюю скорость въ этомъ случаѣ находимъ по формулѣ, которая примѣнялась *Гумфрейсомъ* и *Абботомъ* для опредѣленія расхода въ прорывѣ оградительныхъ дамбъ на рѣкѣ Миссисипи

(*Theorie der Bewegung des Wassers, Grebenau* 1867, *II Cap. S.* 110), а именно:

$$v_c=10-\frac{17}{h} \text{ (въ футахъ)}=10-\frac{17}{13,3}=10-1,28=8,72 \text{ фут.}=$$
$$=1,25 \text{ саж.},$$

гдѣ:

h—наибольшая глубина въ прорывѣ 1,9 саж.=13,3 фут.

Площадь живого сѣченія р. Березовки близь плотины:

$$\Omega'=\frac{1+9}{2}\times1,9=9,50 \text{ кв. саж.}$$

Такимъ образомъ, расходъ въ мѣстѣ прорыва:

$$Q'=\Omega'\times v'=9,50\times1,25=11,88 \text{ куб. саж.}$$

Опредѣлимъ теперь расходъ въ моментъ прорыва плотины другимъ способомъ, а именно, исходя изъ условій водослива съ широкимъ порогомъ:

$$Q_1=0,35\times b\times\sqrt{2g}\times h^{3/2} \ mtr.=0,35\times19,20\sqrt{19,62}\times(4,05)^{3/2}=$$
$$=0,35\times19,20\times4,43\times8,15=242,26 \text{ куб. } mtr.=24,88 \text{ куб. саж.}$$

гдѣ: b—длина водослива=9,00 саж.=19,20 *mtr.*

h—наибольшая глубина въ прорывѣ (высота воды выше водослива)=1,9 саж.=4,05 *mtr.*

g—ускореніе силы тяжести=4,6 саж.=9,81 *mtr.*

Расходъ, исчисленный по послѣдней формулѣ, соотвѣтствуетъ водосливу съ вертикальными боковыми стѣнками, расположенными на разстояніи b одна отъ другой съ равномѣрной глубиной воды h—выше водослива. Въ дѣйствительности, площадь живого сѣченія менѣе теоретической, почему, допуская ту-же среднюю скорость, получимъ вѣроятный расходъ:

$$Q_2=\frac{Q_1}{\omega}\times\Omega'=\frac{24,88}{17,10}\times9,50=1,46\times9,50=13,87 \text{ куб. саж.}$$

Подобный расчетъ даетъ преувеличенный расходъ, такъ какъ не принята во вниманіе потеря скорости на треніе и расходъ воды на пополненіе высохшихъ ямъ вдоль рѣки. Расходъ $Q_2=13,87$ куб. саж., какъ наибольшій, принятъ нами для расчета отверстія моста.

Предполагая русло рѣки подъ мостомъ вымостить одиночной мостовой, скорость по дну можемъ допустить въ 1,00 саж., каковой скорости соотвѣтствуетъ, по *Дюбуа*, средняя скорость:

$$v_c=1,00\times1,33=1,33 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно, необходимая площадь пропускного отверстія

$$\Omega=\frac{Q_2}{v_c\times\mu}=\frac{13,87}{1,33\times0,90}=11,56 \text{ кв. саж.},$$

гдѣ μ—коэффиціентъ сжатія струи.

По мѣстнымъ условіямъ представляется необходимымъ устройство искусственнаго русла, при чемъ для сохраненія естественнаго уклона, отмѣтка дна искусственнаго русла взята равной 74,89.

Перекрываемъ искусственное русло деревяннымъ мостомъ подкосной системы въ 6 пролетовъ, по 2,00 саж. каждый, съ соотвѣтственнымъ сопряженіемъ съ насыпью балочными мостами 4-мя пролетами въ 1,00 саж., по утвержденнымъ типамъ.

Длина моста $L=16,00$ саж. по верху.

Для предупрежденія возможности поврежденія моста льдомъ (обыкновенно ледохода не бываетъ, такъ какъ, вслѣдствіе полной промерзаемости рѣки, ледъ частью растаиваетъ на мѣстѣ) предполагается два ледорѣза противъ среднихъ бычковъ.

Площадь пропускного отверстія, за вычетомъ проекцій свай, при глубинѣ потока подъ мостомъ въ 2,16 саж. будетъ:

$$\Omega_1'=2,16(4,37+1,5\times2,16)-4\times0,25\times2,16=14,28 \text{ кв. саж.}$$

$$\text{и } \mu\times\Omega_1'=0,9\times14,28=12,85 \text{ кв. саж.,}$$

что болѣе необходимой.

Теоретическій подпоръ у сооруженія .

$$h=\frac{v_0^2-v_0'^2}{2g}=\frac{0,86^2-0,59^2}{9,2}=\infty0,04 \text{ саж.,}$$

гдѣ:

$$v_0=\frac{11,03}{12,85}=0,86 \text{ саж.—средняя скорость подъ мостомъ;}$$

$$v'_0=\frac{11,03}{18,69}=0,59 \text{ саж.—средняя скорость въ нестѣсненномъ руслѣ.}$$

Слѣдовательно:

1) Отмѣтка подпорнаго горизонта самыхъ высокихъ водъ

$$77,05+0,04=77,09.$$

2) Отмѣтка полотна 78,60.

3) „ низа схватки $78,60-0,97=77,63$.

4) Разстояніе низа схватки отъ подпорнаго горизонта высокихъ водъ:

$$77,63-77,09=0,54 \text{ саж.}>0,25 \text{ саж.}$$

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:
Настоящій расчетъ одобренъ къ исполненію. Іюня 8 дня 1894 года. Подписалъ за Инспектора А. Трубниковъ.
Вѣрно: За Инспектора (подписалъ) А Трубниковъ.

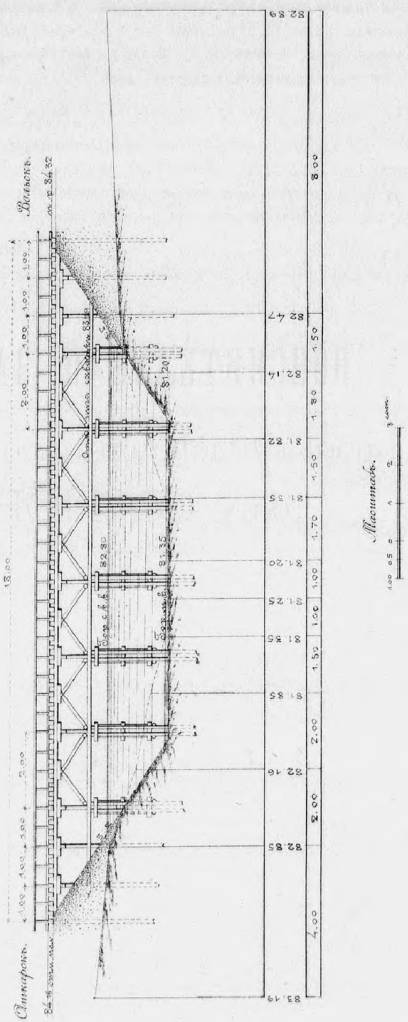
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревяннаго моста чрезъ рѣку СОСНОВКУ,

на 45 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

САРАТОВЪ ТИПО-ЛИТОГР. Н. С. ФЕОКРИТОВА



РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку СОСНОВКУ,

на 45 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

Для опредѣленія расхода р. Сосновки имѣются слѣдующія данныя:

1) Площадь бассейна, найденная на 10 вер. картѣ, равна . . . . . 192 кв. вер.

2) Горизонтъ весеннихъ водъ, по указаніямъ мѣстныхъ жителей . . . . . 82,80.

3) Горизонтъ весеннихъ водъ 1893 г. 10 Марта 82,71.

4) Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . 81,35.

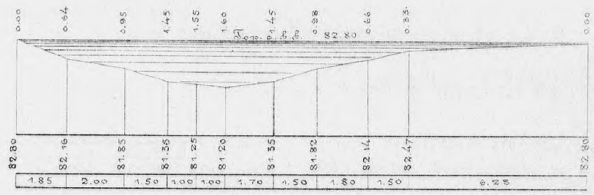
5) Уклонъ, опредѣленный по льду . . . . . $i=0,00046$.

Рѣка Сосновка состоитъ изъ: а) главнаго русла и б) поймы.

Главное русло.

Шир. по урѣзу 20,13 саж.

Живое сѣченіе главнаго русла р. Сосновки по оси моста.



При наивысшемъ горизонтѣ 82,80 имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=\frac{0,64\times1,85}{2}+\frac{0,64+0,95}{2}\times2+\frac{0,95+1,45}{2}\times1,50+$$
$$+\frac{1,45+1,55}{2}\times1,00+\frac{1,55+1,60}{2}\times1,00+\frac{1,60+1,45}{2}\times$$
$$\times1,70+\frac{1,45+0,98}{2}\times1,50+\frac{0,98+0,66}{2}\times1,80+$$
$$+\frac{0,60+0,33}{2}\times1,50+\frac{0,33\times6,28}{2}=14,727 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=\sqrt{1,85^2+0,04^2}+\sqrt{2^2+0,31^2}+\sqrt{1,50^2+0,50^2}+1,00+1,00+$$
$$+\sqrt{1,70^2+0,15^2}+\sqrt{1,50^2+0,47^2}+\sqrt{1,80^2+0,32^2}+$$
$$+\sqrt{1,50^2+0,33^2}+\sqrt{6,28^2+0,33^2}=20,53 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{14,727}{20,53}=0,717 \text{ саж.}=1,528\ mtr.$$

За неимѣніемъ наблюденныхъ скоростей, среднюю скорость въ нестѣсненномъ руслѣ находимъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, полагая для главнаго русла $n=0,025$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00046}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00046}\right)\frac{0,025}{\sqrt{1,528}}}=$$
$$=43,38.$$

$$v_1=43,38\sqrt{1,528\times 0,00046}=43,38\times 0,0265=1,150\ mtr.=0,54 \text{ с.}$$

Расходъ по главному руслу

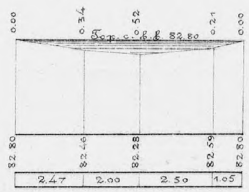
$$Q_1=\Omega_1\times v_1=14,727\times 0,54=7,95 \text{ куб. саж.}$$

Пойма.

Шир. по урѣзу 8,00 саж.

Для поймы, при горизонтѣ 82,80, имѣемъ:

Живое сѣченіе по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2=\frac{0,34\times 2,47}{2}+\frac{0,34+0,52}{2}\times 2+\frac{0,52+0,21}{2}\times 2,50+$$
$$+\frac{0,21\times 1,05}{2}=2,301 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=\sqrt{2,47^2+0,34^2}+\sqrt{2,00^2+0,18^2}+\sqrt{2,50^2+0,31^2}+$$
$$+\sqrt{1,05^2+0,21^2}=8,07 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ.

$$R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{2,301}{8,07}=0,285 \text{ саж.}=0,608\ mtr.$$

Средняя скорость до постройки моста, по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,025$:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00046}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00046}\right)\frac{0,025}{\sqrt{0,608}}}=$$
$$=36,00.$$

$$v_2=36,00\sqrt{0,608\times 0,00046}=36,00\times 0,0167=0,601\ mtr.=0,28 \text{ с.}$$

Расходъ по поймѣ:

$$Q_2=\Omega_2\times v_2=2,301\times 0,28=0,65 \text{ куб. саж.}$$

Полный расходъ р. Сосновки, при наивысшемъ горизонтѣ 82,80, слѣдовательно:

$$Q=Q_1+Q_2=8,07+0,65=8,72 \text{ куб. саж.}$$

При глинистомъ грунтѣ русла скорость по дну безопасно можетъ быть допущена въ 5' или 0,714 с., каковой скорости, по *Дюбуа*, соотвѣтствуетъ средняя скорость:

$$v_0=0,714\times 1,33=0,949 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ, площадь пропускного отверстія

$$\Omega'=\frac{Q}{\mu\times v_0}=\frac{8,72}{0,9\times 0,949}=10,26 \text{ кв. саж.,}$$

гдѣ $\mu=0,9$—коэффиціентъ сжатія струи.

Для доставленія исчисленной площади *проектируется деревянный мостъ, съ 6 пролетами подкосной системы, по 2,00 саж. и съ 6-ю пролетами балочной системы, по 1,00 саж. каждый, по утвержденному типу.* Длина моста $L=18,00$ саж. по верху, при высотѣ насыпи зъ 2,96 саж.

Кромѣ того, для приданія руслу подъ мостомъ правильной формы, сдѣлана срѣзка грунта до отмѣтки 81,20.

Полученная, такимъ образомъ, площадь пропускного отверстія, за вычетомъ проекціи свай, при глубинѣ потока подъ мостомъ въ 1,60 саж., будетъ:

$$\Omega_1'=1,60(8+1,50\times 1,60)-5\times 1,60\times 0,25=16,64-2,00=$$
$$=14,64 \text{ кв. саж.,}$$

что болѣе необходимой 10,26 кв. саж.

$$\mu\Omega_1'=0,90\times 14,64=13,18 \text{ кв. саж.}$$

Достаточность принятаго отверстія подтверждается и данными циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 11 Ноября 1877 г. за № 11230, такъ какъ по таблицѣ *Бѣлинскаго* для площади бассейна, найденной по 10-верстной картѣ въ 192 кв. версты, необходимая площадь пропускного отверстія

$$\Omega=0,06\times 192=11,52 \text{ кв. саж.,}$$

что менѣе принятой въ проектѣ.

Теоретическій подпоръ у сооруженія

$$h=\frac{v_0^2-v_0'^2}{2g},$$

гдѣ:

$$v_0=\frac{Q}{\mu\Omega'_1}=\frac{8,72}{13,18}=0,66 \text{ саж.}$$ —средняя скорость подъ мостомъ;

$$v_0'=\frac{Q}{\omega}=\frac{8,72}{17,028}=0,51$$ —средняя скорость въ нестѣсненномъ сѣченіи.

$$h=\frac{(0,61)^2-(0,51)^2}{9,2}=0,02 \text{ саж.}$$

Отмѣтка полотна . . . . . = 84,16.

„ низа схватки 84,16—0,97 . . . . . = 83,19.

„ подпорн. горизонта самыхъ высокихъ водъ 82,80+0,02. . . . . = 82,82.

Разстояніе низа схватки отъ подпорнаго горизонта

83,19—82,82=0,37 саж.>0,25 саж.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Никольскій.*

Составилъ Инженеръ А. Сардаровъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:
Настоящій расчетъ одобренъ къ исполненію.
Іюня 8 дня 1894 года. Подписалъ за Инспектора А. Трубниковъ.
Вѣрно: За Инспектора (подписалъ) А. Трубниковъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. КОЗАЧКУ,

на 48 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. В. НЕФЕДОВА

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку КОЗАЧКУ,

на 48-й верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

Бассейнъ р. Козачки, до пересѣченія ея линіей желѣзной дороги, найденъ по 10 верстной картѣ въ 94 кв. версты.

По показаніямъ мѣстныхъ жителей, горизонтъ самыхъ высокихъ водъ въ мѣстѣ перехода соотвѣтствуетъ отмѣткѣ . . . 81,69 саж.

Горизонтъ весеннихъ водъ, наблюденный 10 марта 1893 года. . . . . 81,58 „

Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . 80,33 „

Уклоны весеннихъ водъ 1893 года на 500 саж. ниже и выше пересѣченія при отмѣткѣ 81,58. . . . $i=0,00084$.

Наименьшая отмѣтка дна русла . . . . . 80,13 саж.

Рѣка состоитъ изъ главнаго русла и поймы, расположенной по обѣ стороны послѣдняго.

Въ виду значительной извилистости русла рѣки и того обстоятельства, что въ мѣстѣ перехода линія желѣзной дороги отклоняется отъ перпендикулярнаго направленія къ теченію рѣки на 47°30′, предположено сдѣлать спрямленіе русла.

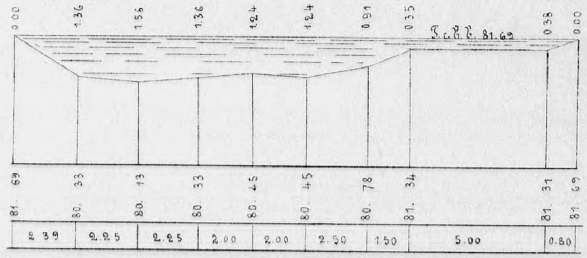
Для опредѣленія расхода рѣки Козачки при наивысшемъ горизонтѣ весеннихъ водъ 81,69 саж., имѣются слѣдующія данныя:

Главное русло.

Шир. по урѣзу 20,69 саж.

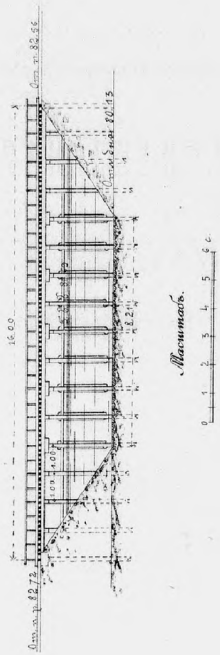
Живое сѣченіе главнаго русла р. Козачки

по оси моста.



Общій видъ моста чрезъ р. Козачку.

на 48 вер. Аткарско-Вольской линіи.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=\frac{1,36\times2,39}{2}+\frac{1,36+1,56}{2}\times2,25+\frac{1,56+1,36}{2}\times2,25+$$
$$+\frac{1,36+1,24}{2}\times2+\frac{1,24+1,24}{2}\times2+\frac{1,24+0,91}{2}\times2,50+$$
$$+\frac{0,91+0,35}{2}\times1,50+\frac{0,35+0,38}{2}\times5+\frac{0,38\times0,80}{2}=$$
$$=18,885 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=\sqrt{2,39^2+1,36^2}+\sqrt{2,25^2+0,20^2}+\sqrt{2,25^2+0,20^2}+$$
$$+\sqrt{2^2+0,12^2}+\sqrt{2^2+0,00^2}+\sqrt{2,50^2+0,33^2}+$$
$$+\sqrt{1,50^2+0,56^2}+\sqrt{5^2+0,03^2}+\sqrt{0,80^2+0,38^2}=$$
$$=21,280 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{18,885}{21,280}=0,887 \text{ саж.}=1,893 \textit{ mtr.}$$

За неимѣніемъ наблюденныхъ скоростей, среднюю скорость, до постройки моста, находимъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, полагая $n=0,03$ (русло рѣки покрыто травой):

$$v_1=C_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$C_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00084}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00084}\right)\frac{0,03}{\sqrt{1,893}}}=$$
$$=37,737.$$

$$v_1=37,737\sqrt{1,893\times0,00084}=37,737\times0,0399=1,506 \textit{ mtr.}=$$
$$=0,706 \text{ саж.}$$

Расходъ по *главному* руслу:

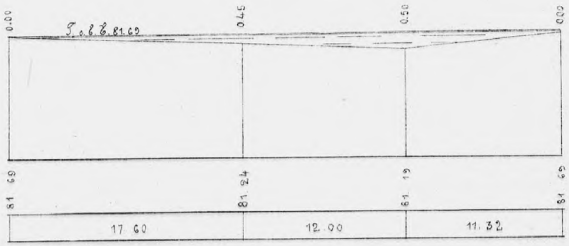
$$Q_1=\Omega_1\times v_1=18,885\times0,706=13,33 \text{ куб. саж.}$$

Лѣвая пойма.

Шир. по урѣзу 40,92 саж.

Живое сѣченіе лѣвой поймы

по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2=\frac{0,45\times17,60}{2}+\frac{0,45+0,50}{2}\times12+\frac{0,50\times11,32}{2}=$$
$$=12,490 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=\sqrt{17,60^2+0,45^2}+\sqrt{12,00^2+0,05^2}+\sqrt{11,32^2+0,50^2}=$$
$$=40,937 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{12,490}{40,937}=0,305 \text{ саж.}=0,651 \textit{ mtr.}$$

Средняя скорость на поймѣ, при $n=0,03$:

$$v_2=C_2\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$C_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00084}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00084}\right)\frac{0,03}{\sqrt{0,651}}}=$$
$$=30,245.$$

$$v_2=30,245\sqrt{0,651\times0,00084}=30,245\times0,0234=0,708 \textit{ mtr.}=$$
$$=0,332 \text{ саж.}$$

Расходъ по *лѣвой* поймѣ:

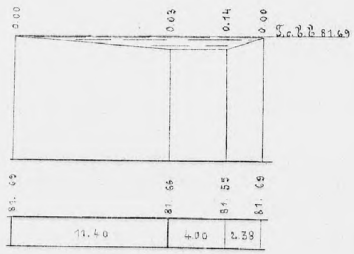
$$Q_2=\Omega_2\times v_2=12,49\times0,332=4,15 \text{ куб. саж.}$$

Правая пойма.

Шир. по урѣзу 17,78 саж.

Живое сѣченіе правой поймы

по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_3=\frac{0,03\times11,40}{2}+\frac{0,03+0,14}{2}\times4+\frac{0,14\times2,38}{2}=$$
$$=0,678 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_3=\sqrt{11,40^2+0,03^2}+\sqrt{4,00^2+0,11^2}+\sqrt{2,38^2+0,14^2}$$
$$=17,786 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_3=\frac{\Omega_3}{p_3}=\frac{0,678}{17,786}=0,038 \text{ саж.}=0,081 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$:

$$v_3=C_3\sqrt{R_3 i},$$

гдѣ:

$$C_3=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_3}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00084}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00084}\right)\frac{0,03}{\sqrt{0,081}}}=$$
$$=16,094.$$

$$v_3=16,094\sqrt{0,081\times 0,00084}=0,133 \ mtr.=0,062 \text{ саж.}$$

Расходъ по *правой* поймѣ:

$$Q_3=\Omega_3\times v_3=0,678\times 0,062=0,04 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ, *полный* расходъ р. Козачки, соотвѣтствующій наивысшему горизонту 81,69 саж., будетъ:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=13,33+4,15+0,04=17,52 \text{ куб. саж.}$$

Предполагая русло рѣки подъ мостомъ вымостить одиночной мостовой, скорость по дну можетъ быть допущена 7 фут., или 1,00 саж., каковой скорости, по *Дюбуа*, соотвѣтствуетъ средняя скорость:

$$v_0=1,00\times 1,33=1,33 \text{ саж.}$$

и необходимая площадь пропускного отверстія будетъ:

$$\Omega=\frac{Q}{\mu\times v_0}=\frac{17,52}{0,95\times 1,33}=13,9 \text{ кв. саж.},$$

гдѣ: $\mu=0,95$—коэффиціентъ сжатія струи.

По мѣстнымъ условіямъ представляется необходимымъ устройство искусственнаго русла, причемъ отмѣтка 80,13 искусственнаго русла опредѣлена изъ того условія, чтобы придать уклонъ дну не меньшій того, который имѣется теперь въ естественномъ руслѣ.

Перекрываемъ искусственное русло деревяннымъ мостомъ балочной системы о 16 пролетахъ, по 1,00 саж. каждый, по утвержденному типу. Длина моста $l=16,00$ саж. по верху, при высотѣ насыпи 2,43 саж.

Такимъ образомъ, площадь пропускного отверстія, за вычетомъ проекцій свай, при глубинѣ потока подъ мостомъ въ 1,56 саж., будетъ:

$$\Omega'_1=1,56(8,21+1,5\times 1,56)-11\times 1,56\times 0,125=$$
$$=14,31 \text{ кв. саж.},$$

что болѣе необходимой.

Теоретическій подпоръ у сооруженія:

$$h=\frac{v_0^2-v_0'^2}{2g}=\frac{1,28^2-0,55^2}{9,2}=\infty 0,13 \text{ саж.},$$

гдѣ:

$$v_0=\frac{17,52}{0,95\times 14,31}=1,28 \text{ саж.}—\text{средняя скорость подъ мостомъ;}$$

$$v_0'=\frac{17,52}{32,053}=0,55 \text{ саж.}—\text{средняя скорость въ нестѣсненномъ сѣченіи;}$$

g—ускореніе силы тяжести$=4,6\frac{\text{саж.}}{\text{(сек.)}}$

Слѣдовательно:

1.—Отмѣтка подпорнаго горизонта самыхъ высокихъ водъ

$$81,69+0,13=81,82.$$

2.—Отмѣтка полотна—82,56.

3.—Отмѣтка низа прогона

$$82,56-0,10=82,46.$$

4.—Разстояніе низа прогона отъ подпорнаго горизонта высокихъ водъ:

$$82,46-81,82=0,64 \text{ саж.} > 0,25 \text{ саж.}$$

Главный Инженеръ *А. Юговичъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

Настоящій расчетъ отверстія моста разсмотрѣнъ и признанъ правильнымъ. Проектъ моста одобряется къ исполненію съ тѣмъ, чтобы необходимое въ настоящемъ случаѣ урегулированіе русла рѣки было исполнено по взаимному соглашенію Начальника участка съ участковымъ Инспекторомъ. Іюля 13 дня 1894 года.

Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ТАВОЛОЖКУ,

на 78 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. Л. С. ФЕЙЕРТАГА.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку ТАВОЛОЖКУ,

на 78-й верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

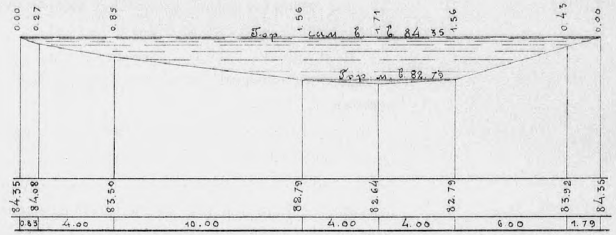
Для опредѣленія расхода рѣки Таволожки нивеллировкой и промѣрами найдены слѣдующія данныя.

Отмѣтка горизонта самыхъ высокихъ водъ, по показанію старожиловъ, 84,35 саж.

Рѣка состоитъ изъ одного русла безъ поймы.

Живое сѣченіе р. Таволожки

по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega=\frac{0,83\times0,27}{2}+\frac{0,27+0,85}{2}\times4+\frac{0,85+1,56}{2}\times10+\frac{1,56+1,71}{2}\times$$

$$\times4\times2+\frac{1,56+0,43}{2}\times6+\frac{0,43\times1,79}{2}=33,837 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=\sqrt{0,83^2+0,27^2}+\sqrt{4^2+0,58^2}+\sqrt{10^2+0,71^2}+2\times4,00+$$

$$+\sqrt{6^2+1,13^2}+\sqrt{1,79^2+0,43^2}=30,885 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{p}=\frac{33,837}{30,885}=1,096 \text{ саж.}=2,338 \ mtr.$$

Поверхностный уклонъ:

$$i=0,000192; \text{ примемъ } i=0,0002.$$

За неимѣніемъ наблюденныхъ скоростей, среднюю скорость въ нестѣсненномъ руслѣ, находимъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, полагая коэффиціентъ шероховатости $n=0,025$:

$$v=c\sqrt{Ri},$$

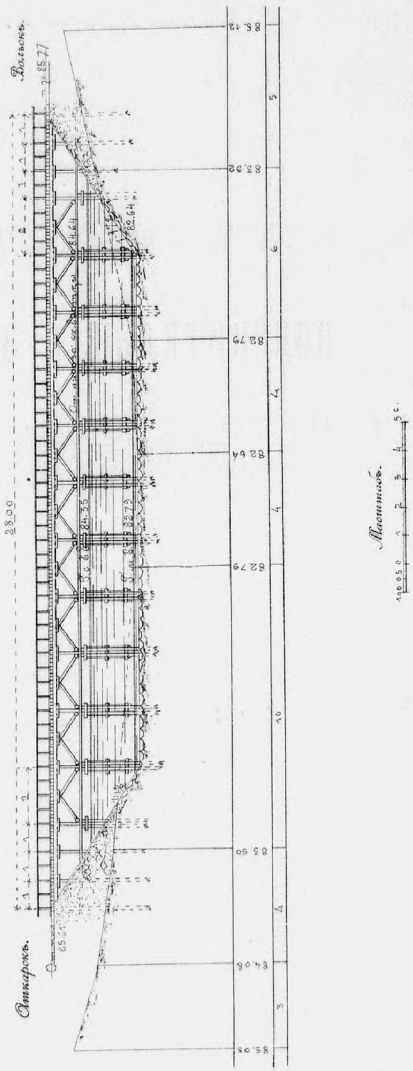
гдѣ:

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,0002}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,0002}\right)\frac{0,025}{\sqrt{2,338}}}=47,04;$$

$$v=c\sqrt{Ri}=47,04\sqrt{2,338\times0,0002}=1,017 \ mtr.=0,48 \text{ саж.}$$

Общій видъ моста чрезъ р. Таволожку,

на 78 вер. Аткарско-Вольской линіи.



Масштабъ.

Отмѣрки концовъ будущихъ выносныхъ ригелей 0,25 с внутренняго гр. в. а нижнихъ будущихъ выносныхъ ригелей подъ мостомъ одинаковой мостовой.

Размѣры проемныхъ частей моста на будущій проектъ согласно обусловленной проектнѣ въ утвержденномъ по докладу Ц-ніи мс. у. отъ 12 Мая 1892 года № 696, и по журналу Инженернаго Совѣщанія отъ 5 и 26 Августа 1892 г., № 23, нить новыхъ мостовъ.

Такимъ образомъ расходъ р. Таволожки при самомъ высокомъ горизонтѣ 84,35 саж. будетъ:

$$Q=\Omega\times v=33{,}837\times 0{,}48=16{,}24 \text{ куб. саж.}$$

При укрѣпленіи русла рѣки подъ мостомъ одиночной мостовой, скорость по дну безопасно можетъ быть допущена въ 7′ или 1,00 саж., каковой скорости по *Дюбуа* соотвѣтствуетъ средняя скорость:

$$v_0=1{,}33\times 1{,}00=1{,}33 \text{ саж.}$$

Полагая коэффиціентъ сжатія струи $\mu=0{,}90$, получимъ необходимую площадь пропускного отверстія:

$$\Omega'=\frac{Q}{\mu\times v_0}=\frac{16{,}24}{0{,}9\times 1{,}33}=13{,}57 \text{ кв. саж.}$$

Для доставленія исчисленной площади *проектируется деревянный мостъ съ 11 пролетами подкосной системы по 2,00 саж. и съ 6 пролетами балочной системы по 1,00 саж. каждый, по утвержденному типу.*

Длина моста $L=28{,}00$ по верху при высотѣ насыпи 2,97 саж.

Для приданія руслу правильной трапецоидальной формы сдѣлана срѣзка грунта до отмѣтки 82,64.

Полученную, такимъ образомъ, площадь пропускного отверстія, за вычетомъ проекцій свай, при наибольшей глубинѣ потока подъ мостомъ 1,71 саж.:

$$\Omega'_1=1{,}71(18+1{,}71\times 1{,}5)-10\times 1{,}71\times 0{,}25=30{,}89 \text{ кв. саж.}$$

и $\mu\Omega'_1=0{,}9\times 30{,}89=27{,}80$ кв. саж.,

можно считать вполнѣ достаточной, что подтверждается и данными циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 11-го Ноября 1877 года за № 11230.

Именно, по таблицѣ *Бѣлинскаго*, для площади бассейна, найденной по 10-ти верстной картѣ въ 160 кв. вер., необходимая площадь отверстія:

$$\Omega=160\times 0{,}06=9{,}60 \text{ кв. саж.,}$$

что значительно менѣе принятой въ проектѣ.

При этомъ подпоръ у сооруженія будетъ:

$$h=\frac{\left(\frac{Q}{\Omega_1'\mu}\right)^2-v^2}{2g}=\frac{\left(\frac{16{,}24}{27{,}80}\right)^2-0{,}48^2}{2\times 4{,}6}=\frac{(0{,}59)^2-(0{,}48)^2}{9{,}2}=$$
$$=\backsim 0{,}02 \text{ саж.}$$

Исправленная отмѣтка полотна 85,61 на 0,16 саж. болѣе проектной 85,45.

Отмѣтка подпорнаго горизонта самыхъ высокихъ водъ 84,35+ +0,02=84,37 саж.

Отмѣтка низа схватки 84,64.

Подлинную подписали:

Исп. об. Главнаго Инженера *А. Юговичъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

Настоящій расчетъ отверстія моста разсмотрѣнъ и признанъ правильнымъ. Проектъ моста одобряется къ исполненію съ тѣмъ, чтобы необходимое въ настоящемъ случаѣ урегулированіе русла рѣки было исполнено по взаимному соглашенію Начальника участка съ Участковымъ Инспекторомъ. Іюля 13 дня 1894 г. Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку МАЛУЮ-МЕДВѢДИЦУ,

на 94 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. И. С. ФЕОФРИТОВА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. МАЛУЮ-МЕДВѢДИЦУ,

на 94 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

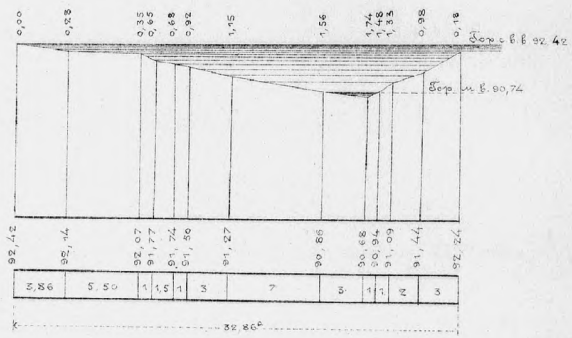
Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ рѣки Малой-Медвѣдицы, по показанію мѣстныхъ жителей, соотвѣтствуетъ отмѣткѣ 92,42 саж.

Для опредѣленія расхода, промерами и нивеллировкой найдены слѣдующія данныя:

Главное русло.

Шир. по урѣзу 32,86 саж.

Живое сѣченіе по оси моста.

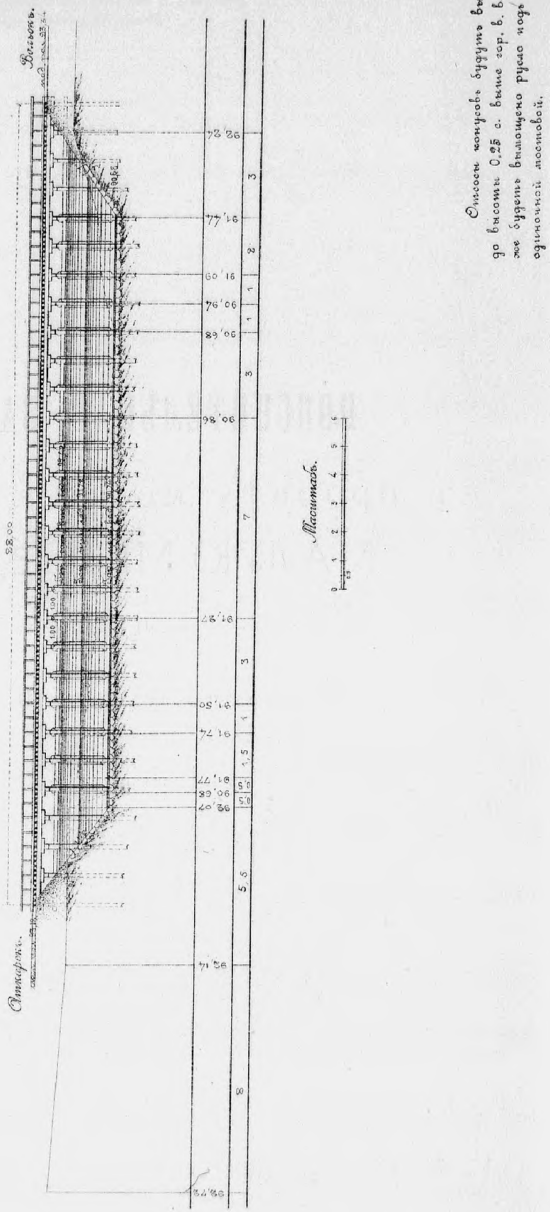


Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=\frac{3,86\times0,28}{2}+\frac{0,28+0,35}{2}\times5,5+\frac{0,35+0,65}{2}\times1+\frac{0,65+0,68}{2}\times$$
$$\times1,5+\frac{0,68+0,92}{2}\times1+\frac{0,92+1,15}{2}\times3+\frac{1,15+1,56}{2}\times7+$$
$$+\frac{1,56+1,74}{2}\times3+\frac{1,74+1,48}{2}\times1+\frac{1,48+1,33}{2}\times1+$$
$$+\frac{1,33+0,98}{2}\times2+\frac{0,98+0,18}{2}\times3=29,175 \text{ кв. саж.}$$

Смоченный периметръ:

$$p_1=\sqrt{3,86^2+0,28^2}+5,50+\sqrt{1^2+0,30^2}+1,50+\sqrt{1^2+0,24^2}+$$
$$+\sqrt{3^2+0,23^2}+\sqrt{7^2+0,41^2}+\sqrt{3^2+0,18^2}+\sqrt{1^2+0,26^2}+$$
$$+\sqrt{1^2+0,15^2}+\sqrt{2^2+0,35^2}+\sqrt{3^2+0,80^2}+0,18=$$
$$=32,32 \text{ саж.}$$



Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{29,175}{33,32}=0,875 \text{ саж.}=1,864 \ mtr.$$

Уклонъ поверхности воды, соотвѣтствующій горизонту меженнихъ водъ и принимаемый равнымъ уклону самыхъ высокихъ водъ:

$$i=0,00164.$$

За неимѣніемъ наблюденныхъ скоростей, среднюю скорость въ нестѣсненномъ руслѣ р. Малой-Медвѣдицы находимъ, по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, полагая $n=0,03$ (для русла покрытаго травой):

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i},$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00164}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00164}\right)\frac{0,03}{\sqrt{1,864}}}=37,51,$$

$$v_1=37,51\sqrt{1,864\times 0,00164}=2,074 \ mtr.=0,97 \text{ саж.}$$

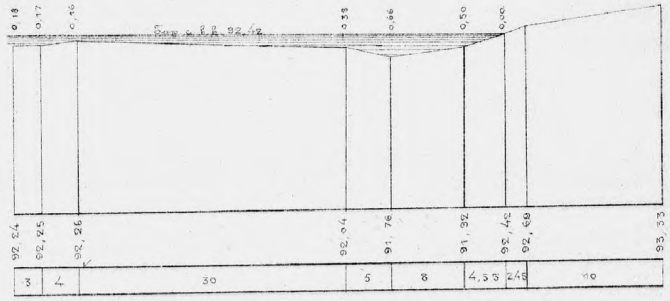
Расходъ въ главномъ руслѣ:

$$Q_1=\Omega_1\times v_1=29,175\times 0,97=28,30 \text{ куб. саж.}$$

Пойма.

Живое сѣченіе по оси моста.

Шир. по урѣзу 54,55 саж.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2=\frac{0,18+0,17}{2}\times 3+\frac{0,17+0,16}{2}\times 4+\frac{0,16+0,38}{2}\times 30+$$
$$+\frac{0,38+0,66}{2}\times 5+\frac{0,66+0,50}{2}\times 8+\frac{0,50\times 4,55}{2}=17,663 \text{ саж.}$$

Смоченный периметръ:

$$p_2=0,18+3,00+4,00+30,00+5,01+8,00+4,58=54,77 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{17,663}{54,77}=0,332 \text{ саж.}=0,686 \ mtr.$$

Средняя скорость, по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$.

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i};$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00164}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00164}\right)\frac{0,03}{\sqrt{0,686}}}=30,76;$$

$$v_2=30,76\sqrt{0,686\times 0,00164}=1,033 \ mtr.=0,48 \text{ саж.}$$

Расходъ на поймѣ:

$$Q_2=\Omega_2\times v_2=17,663\times 0,48=8,48 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ, расходъ р. Малой Медвѣдицы, соотвѣтствующій наивысшему, по показанію старожиловъ, горизонту 92,42 саж., будетъ:

$$Q=Q_1+Q_2=28,30+8,48=36,78 \text{ куб. саж.}$$

Имѣя въ виду русло рѣки подъ мостомъ вымостить одиночной мостовой, скорость по дну безопасно можетъ быть допущена 7 фут., или 1,00 саж., каковой скорости, по *Дюбуа*, соотвѣтствуетъ средняя:

$$v_0=1,00\times 1,33=1,33 \text{ саж.}$$

Полагая коэффиціентъ сжатія струи $\mu=0,90$, получимъ необходимую площадь пропускного отверстія:

$$\Omega'=\frac{Q}{\mu\times v_0}=\frac{36,78}{0,9\times 1,33}=30,73 \text{ кв. саж.}$$

Для доставленія исчисленной площади, *проектируется деревянный мостъ балочной системы съ 28-ю пролетами, по 1,00 саж. каждый.*

Длина моста $L=28,00$ саж. по верху, при высотѣ насыпи въ 2,50 саж.

Для приданія руслу правильной трапецоидальной формы, предполагается сдѣлать срѣзку грунта до отмѣтки 90,68.

Противъ бычковъ устроены деревянные ледорѣзы.

Полученную, такимъ образомъ, площадь отверстія, за вычетомъ проекцій свай:

$$\Omega_1'=1,74(20+1,5\times 1,74)-21\times 0,125=36,71 \text{ кв. саж.}$$

$$\mu\times\Omega_1'=0,9\times 36,71=33,04 \text{ кв. саж.},$$

можно считать вполнѣ достаточной, что подтверждается и данными циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 11 Ноября 1877 г. за № 11230. Именно, по таблицѣ *Вѣлинскаго*, для площади бассей-

на рѣки Малой-Медвѣдицы, найденной по 10-верстной картѣ въ 162 кв. версты, необходимая площадь пропускного отверстія

$$\Omega = 162 \times 0{,}6 = 9{,}72 \text{ кв. саж.},$$

что значительно меньше дѣйствительной

$$\mu\Omega_1' = 33{,}04 \text{ кв. саж.}$$

Исправленная отмѣтка насыпи 93,18 саж. (понижена противъ проектной на 0,07 саж.).

Подлинную подписали:

Ис. об. Главнаго Инженера *А. Юговичъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:
Настоящій расчетъ отверстія моста чрезъ р. Яблонку разсмотрѣнъ и признанъ правильнымъ. Апрѣля 13 дня 1894 г. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ
Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревяннаго моста чрезъ р. ЯБЛОНКУ,

на 174 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. Л. Е. МЕЙЕРГАЗОВА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ЯБЛОНКУ,

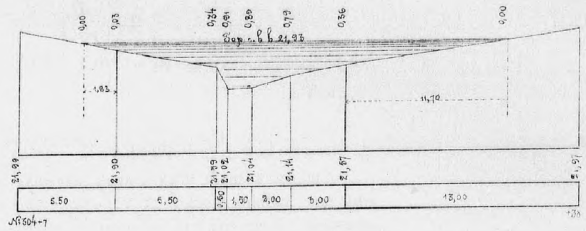
на 174 верстѣ

Аткарско-Вольской линіи.

Для опредѣленія расхода воды рѣки Яблонки, нивеллировкой и промѣрами получены слѣдующія данныя:

Живое сѣченіе р. Яблонки

по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega = 0{,}027 + 1{,}018 + 0{,}313 + 1{,}350 + 1{,}680 + 1{,}725 + 2{,}106 = 8{,}219 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = 1{,}83 + 5{,}51 + 0{,}76 + 1{,}51 + 2{,}00 + 3{,}03 + 11{,}71 = 26{,}35 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R = \frac{\Omega}{p} = 0{,}312 \text{ саж.} = 0{,}665 \ mtr.$$

Поверхостный уклонъ $i = 0{,}0013$.

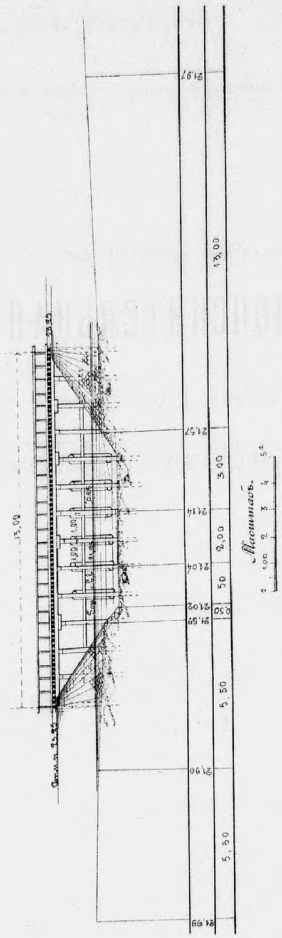
Средняя скорость въ нестѣсненномъ руслѣ р. Яблонки по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n = 0{,}025$

$$v = c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ}$$

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}};$$

и л и

$$v = \frac{23 + \frac{1}{0{,}025} + \frac{0{,}00155}{0{,}0013}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}0013}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{0{,}665}}}\sqrt{0{,}665 \times 0{,}0013} = 1{,}083 \ mtr. = 0{,}51 \text{ саж.}$$



Общій видъ моста чрезъ р. Яблонку, на 174 верстѣ Аткарско-Вольской линіи.

Размѣры пролетныхъ частей моста на будущихъ чертежахъ согласно типовъ балочныхъ мостовъ, утвержденныхъ по докладу Технологическаго Комитета 21/28 Марта 1892 г. № 589 и по журналу Министерства Совѣта отъ 29 Декабря 1892 г. и 4-го Января 1893 г. за № 4.

Откосы конусовъ будутъ выложены до высоты 0,25 с. выше гор. в. в. а также будутъ выложены откосы русла одиночной мостовой.

Горизонтъ самой высокой воды у моста, по показанію жителей с. Шировки, соотвѣтствуетъ отмѣткѣ 21,93 саж.

Такъ какъ не имѣется никакихъ наблюденій надъ скоростями рѣки, то, для опредѣленія наибольшаго расхода воды, мы пользуемся величиной скорости v, полученной изъ формулы *Ganguillet* и *Kutter*'а, допуская, что она соотвѣтствуетъ наивысшему по показанію старожиловъ горизонту, при отмѣткѣ 21,93 саж.

Такимъ образомъ:

$$Q=\Omega\times v=8,219\times 0,51=4,192 \text{ куб. саж.}$$

Такъ какъ русло рѣки Яблонки подъ мостомъ состоитъ изъ глинистаго грунта, то скорость по дну можно допустить 5 футъ или 0,714 саж., каковой скорости, по *Дюбуа*, соотвѣтствуетъ средняя скорость:

$$v_0=1,33\times 0,714=0,949 \text{ саж.};$$

поэтому необходимая площадь пропускного отверстія

$$\Omega=\frac{Q}{\mu\times v},$$

гдѣ μ коэффиціентъ сжатія $=0,90$,

и л и

$$\Omega=\frac{4,192}{0,90\times 0,949}=4,91 \text{ кв. саж.}$$

Для доставленія исчисленной площади *предполагается устроить при высотѣ насыпи 2,23 саж., деревянный мостъ балочной системы*, по утвержденному типу, о 13-ти пролетахъ въ 1,00 саж., длиною $L=13,00$ саж. по верху, безъ ледорѣзовъ, такъ какъ ледохода на р. Яблонкѣ не бываетъ.

Для приданія ложу правильнаго трапецоидальнаго сѣченія, предположено сдѣлать срѣзку грунта до отмѣтки 21,02 саж. и такимъ образомъ величина площади, за вычетомъ проекцій свай, будетъ, при наибольшей глубинѣ потока подъ мостомъ въ 0,91 саж.:

$$\Omega=0,91(6,00+1,5\times 0,91)-8\times 0,91\times 0,125=6,70-0,91=$$
$$=5,79 \text{ кв. саж.}$$

Полученная площадь живого сѣченія вполнѣ достаточна, что подтверждается и данными Министерства Путей Сообщенія, именно, по таблицѣ *Бѣлинскаго* необходимая площадь живого сѣченія подъ мостомъ, при площади бассейна р. Яблонки, найденной по десятиверстной картѣ, равной 69,93 кв. вер.

$$\Omega=69,93\times 0,05=3,50 \text{ кв. саж.},$$

что меньше принятой въ проектѣ.

Подлинный подписали:

Ис. об. Главнаго Инженера *А. Югович*ъ.

За Начальника Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ефимович*ъ.

За Старшаго Инженера *А. Сардаров*ъ.

Въ исправленномъ видѣ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Къ исполнительному проекту, утвержденному Г. Инспекторомъ. Апрѣля 30 дня 1895 года.

Утвержденіе первоначально представленнаго проекта Инженернымъ Совѣтомъ, по журналу отъ 10-го Ноября 1894 г. за № 175, см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку

ТЕРЕШКУ,

на 183 верстѣ

Аткарскъ-Вольской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. И С. ФЮБРЕТОВА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста черезъ рѣку ТЕРЕШКУ,

на 183 верстѣ

Аткарскъ-Вольской линіи.

I. Расчетъ отверстія.

Бассейнъ рѣки Терешки, до пересѣченія ея линіей желѣзной дороги, опредѣленъ по 10-ти верстной картѣ въ 6240,53 кв. вер.

Для опредѣленія расхода были сняты два живыхъ сѣченія: одно— по оси проектируемаго моста, другое—въ 150 саж. выше послѣдняго по теченію.

Для расчета отверстія моста выбрано сѣченіе въ 150 саж. выше моста, такъ какъ живое сѣченіе по оси линіи имѣетъ мертвыя площади, т. е. пересѣкаетъ ямы и озера, въ которыхъ вода не имѣетъ никакой скорости.

По показанію мѣстныхъ жителей, горизонтъ самыхъ высокихъ водъ въ сѣченіи, расположенномъ на 150 саж. выше моста, соотвѣтствуетъ условной отмѣткѣ 13,91 саж.

Уклонъ весеннихъ водъ 1893 года при отмѣткѣ горизонта высокихъ водъ, по оси моста 12,90 саж. (наблюдался не болѣе сутокъ, съ 6-го по 7-е Апрѣля), найденъ $i = 0,00027$.

Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . 11,67 саж.

Горизонтъ ледохода . . . . . 12,32 саж.,

при толщинѣ льдинъ въ 0,20 саж. и площади $3 \times 3 = 9$ кв. саж.

Въ 1893 году вскрытіе рѣки произошло 12-го Марта и ледоходъ продолжался неполныя сутки; вода подымалась за сутки на 0,10—0,15 саж. и продолжительность подъема и спада водъ опредѣлилась въ 8 дней.

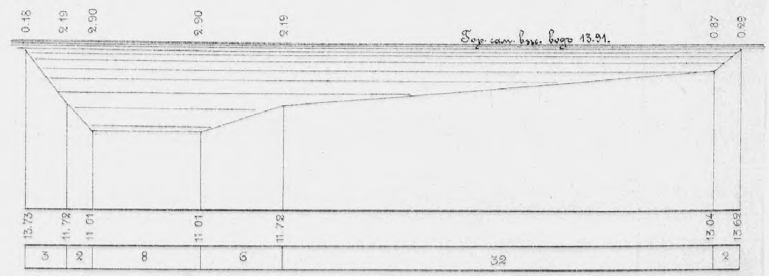
Рѣка состоитъ изъ главнаго русла и двухъ поймъ, по обѣ стороны послѣдняго.

Главное русло.

Шир. по урѣзу 53,00 саж.

Живое сѣченіе

на 150 саж. выше моста.



Общій видъ моста черезъ рѣку Терешку,

на 183й верстѣ Аткарско-Вольской линіи.

Масштабъ.

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1 = \frac{0,18+2,19}{2} \times 3 + \frac{2,19+2,90}{2} \times 2 + \frac{2,90+2,90}{2} \times 8 +$$
$$+ \frac{2,90+2,19}{2} \times 6 + \frac{2,19+0,87}{2} \times 32 + \frac{0,87+0,29}{2} \times 2 =$$
$$= 97,235 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1 = 0,18 + \sqrt{3^2+2,01^2} + \sqrt{2^2+0,71^2} + 8 + \sqrt{6^2+0,71^2} +$$
$$+ \sqrt{32^2+1,32} + \sqrt{2^2+0,58^2} + 0,29 = 54,36 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1 = \frac{\Omega_1}{p_1} = \frac{97,235}{54,36} = 1,789 \text{ саж.} = 3,8167 \ mtr.$$

Допуская, что уклонъ самыхъ высокихъ водъ рѣки Терешки равенъ уклону, наблюденному при отмѣткѣ 12,90 саж., принимаемъ для расчета $i = 0,0003$.

За неимѣніемъ наблюденныхъ скоростей, среднюю скорость въ нестѣсненномъ руслѣ находимъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, полагая коэффиціентъ шероховатости $n = 0,03$, такъ какъ русло р. Терешки лежитъ въ гравелистомъ грунтѣ:

$$v_1 = c_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_1 = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}} = \frac{23 + \frac{1}{0,03} + \frac{0,00155}{0,0003}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{0,0003}\right)\frac{0,03}{\sqrt{3,8167}}} =$$
$$= 42,93;$$

$$v_1 = 42,93\sqrt{3,8167 \times 0,0003} = 1,4527 \ mtr. = 0,68 \text{ саж.}$$

Расходъ по главному руслу:

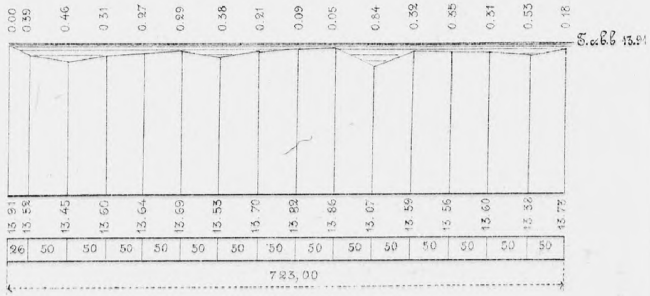
$$Q = \Omega_1 \times v_1 = 97,235 \times 0,68 = 66,12 \text{ куб. саж.}$$

Правая пойма.

Шир. по урѣзу 723,00 саж.

Живое сѣченіе правой поймы

на 150 саж. выше моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2 = \frac{0,18+0,53}{2} \times 47 + 50\left(\frac{0,53}{2} + 0,31 + 0,35 + 0,32 + 0,84 + 0,05 +\right.$$
$$\left. + 0,09 + 0,21 + 0,38 + 0,22 + 0,27 + 0,31 + 0,46 + \frac{0,39}{2}\right) +$$
$$+ \frac{0,39 \times 26}{2} = 235,255 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2 = 26 + 13 \times 50 + 47 + 0,18 = 723,80 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2 = \frac{\Omega_2}{p_2} = \frac{235,255}{723,18} = 0,326 \text{ саж.} = 0,694 \ mtr.$$

Средняя скорость до постройки моста, по *Ganguillet* и *Kutter*'у, принимая $n = 0,03$, такъ какъ русло поймы покрыто кустарникомъ:

$$v_2 = c_2\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_2 = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}} = \frac{23 + \frac{1}{0,03} + \frac{0,00155}{0,0003}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{0,0003}\right)\frac{0,03}{\sqrt{0,694}}} =$$
$$= 30,54;$$

$$v_2 = 30,54\sqrt{0,694 \times 0,0003} = 0,440 \ mtr = 0,21 \text{ саж.}$$

Расходъ по правой поймѣ:

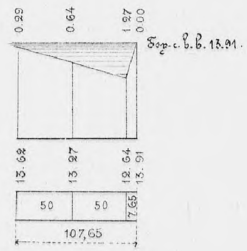
$$Q = \Omega_2 \times v_2 = 235,255 \times 0,21 = 49,40 \text{ куб. саж.}$$

Лѣвая пойма.

Шир. по урѣзу 107,65 саж.

Живое сѣченіе лѣвой поймы

на 150 саж. выше моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_3=\frac{0,29+0,64}{2}\times 50+\frac{0,64+1,27}{2}\times 50+\frac{1,27\times 7,65}{2}=$$

$=75,858$ кв. саж.

Подводный периметръ:

$$p_3=0,29+2\times 5+\sqrt{7,65^2+1,27^2}=108,045 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_3=\frac{\Omega_3}{p_3}=\frac{75,858}{108,045}=0,702 \text{ саж.}=1,50 \ mtr.$$

Средняя скорость до постройки моста по *Ganguillet* и *Kutter*'у, принимая $n=0,03$:

$$v_3=c_3\sqrt{R_3 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_3=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_3}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,0003}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,0003}\right)\frac{0,03}{\sqrt{1,50}}}=36,38;$$

$$v_3=36,38\sqrt{1,50\times 0,0003}=0.771 \ mtr.=0,36 \text{ саж.}$$

Расходъ по лѣвой поймѣ:

$$Q_3=\Omega_3\times v_3=75,858\times 0,36=27,31 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ полный расходъ рѣки Терешки, соотвѣтствующій наивысшему горизонту весеннихъ водъ, при отмѣткѣ 13,91, въ сѣченіи на 150 саж. выше моста, будетъ:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=66,12+49,40+27,31=142,83 \text{ куб. саж.}$$

Имѣя въ виду, что русло рѣки Терешки на большомъ протяженіи въ обѣ стороны отъ оси моста покрыто слоемъ очень крупнаго гравія, а главное вслѣдствіе короткаго времени стоянія воды при высокомъ горизонтѣ, скорость по дну можетъ быть допущена *) въ 5 футъ или $=0,714$ саж., каковой скорости соотвѣтствуетъ средняя, *по Дюбуа:*

$$0,714\times 1,33=0,95 \text{ саж.}$$

Необходимая площадь пропускного отверстія для указанныхъ выше величинъ полнаго расхода и средней скорости:

$$\omega=\frac{Q}{\mu\times v_0}=\frac{142,83}{0,95\times 0,95}\cong 166 \text{ кв. саж.}$$

гдѣ $\mu=0,95$—коэффиціентъ сжатія струи.

*) Николаи, Курсъ мостовъ, 188³/₄ г. стр. 150—151.

Для доставленія исчисленной площади *проектируется желѣзный мостъ изъ двухъ пролетовъ по 25 саж. каждый*, съ фермами раскосной системы, съ ѣздою по низу.

Для равномѣрнаго распредѣленія расхода воды чрезъ два пролета и большей правильности подмыва, русло подъ мостомъ и по обѣ стороны его предполагается углубить до горизонта меженнихъ водъ $=11,67$ саж.

Полученная такимъ образомъ площадь пропускного отверстія будетъ:

$$\omega_1=116 \text{ кв. саж.}$$

Опредѣленіе глубины размыва. Остальную площадь:

$$166-116=50 \text{ кв. саж.}$$

положено получить, допуская размывъ дна до глубины, опредѣляемой изъ уравненія $h=\frac{166-116}{50}=1,00$ саж., отъ горизонта меженнихъ водъ.

Такой пріемъ опредѣленія глубины размыва (равномѣрный размывъ) можетъ быть допущенъ, въ данномъ случаѣ, въ виду однообразной глубины, получающейся послѣ срѣзки естественнаго грунта, до горизонта меженнихъ водъ. (Курсъ мостовъ Николаи, стр. 177, 1883—1884 г.г.). При этомъ глубина ожидаемаго размыва, считая отъ самой пониженной точки русла, будетъ:

$$1,00-0,60=0,40 \text{ саж.}$$

Отмѣтка размытаго дна 10,67.

Высота теоретическаго подпора у сооруженія:

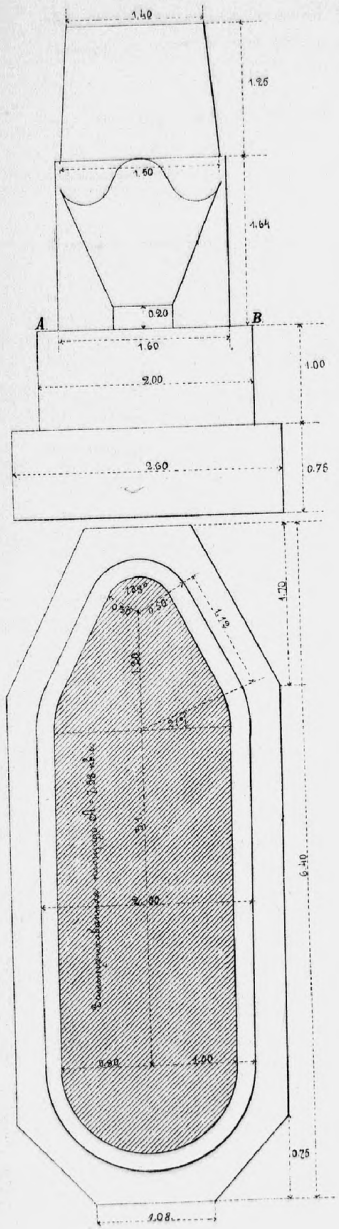
$$H=\frac{v_0^2-v'^2_0}{2g}$$

гдѣ: $v_0=0,95$ саж.—средняя скорость подъ мостомъ,

v'_0—средняя скорость въ нестѣсненномъ сѣченіи Ω'_1, равномъ суммѣ трехъ вышеозначенныхъ частныхъ сѣченій $\Omega_1+\Omega_2+\Omega_3$.

$$v'_0=\frac{Q}{\Omega'_1}=\frac{142,83}{408,35}=0,35 \text{ саж.}$$

$$H=\frac{0,95^2-0,35^2}{9,2}=\backsim 0,09 \text{ саж.}$$



II. Расчетъ опоръ.

Буреніе, произведенное по оси моста, показало, какъ это видно изъ показаннаго на проектѣ разрѣза, что грунтъ подъ предполагаемымъ сооруженіемъ представляетъ напластованіе песка съ гравіемъ, песчано-глинистаго слоя и чистаго песка, а на глубинѣ 4,00—5,00 саж. отъ меженняго горизонта—толстаго слоя глины.

При возведеніи устоевъ и быка предположено: для Вольскаго устоя—бетонный фундаментъ, а для Аткарскаго устоя и средняго быка—свайная система основаній. Сваи будутъ срѣзаны ниже горизонта меженнихъ водъ, промежутки между ихъ верхами на глубину 0,25 саж. заполнены бетономъ, причемъ остающаяся въ грунтѣ длина ихъ составляетъ не менѣе 2 саж.

Промежуточную опору предположено заложить въ двойномъ шпунтовомъ огражденіи. Окружающіе основанія опоръ шпунтовые ряды должны быть забиты: наружный на глубину не менѣе 2,35 саж., считая отъ горизонта меженнихъ водъ,—внутренній на глубину не менѣе 2,00 саж. отъ того-же горизонта.

Опредѣленіе давленія быка на каменную кладку и сваи.

Давленіе на кладку въ плоскости горизонта меженнихъ водъ AB составляется изъ:

1) Вѣса быка выше плоскости AB:

$$1300\Big[A\times 0{,}2+\frac{1}{2}(A+\pi 0{,}8^2+3{,}1\times 1{,}6)1{,}44+$$
$$+\tfrac{1}{2}(3{,}1\times 1{,}5+\pi 0{,}75^2+3{,}1\times 1{,}4+$$
$$+\pi 0{,}7^2)1{,}25+\underbrace{0{,}60\times 0{,}25\times 1{,}3\times 2}_{\text{Подфермен. камни}}\Big]=$$
$$=19\times 1300\ \ldots\ldots\ldots\ldots=24700 \text{ пуд.},$$

гдѣ площадь $A=3{,}1\times 1{,}6+\frac{\pi 0{,}8^2}{2}+2\times$
$$\times\frac{0{,}3+0{,}8}{2}1{,}12+2\,\frac{\pi 0{,}8^2\times 21^0}{360^0}+$$
$$+\frac{\pi 0{,}3^2\times 138^0}{360^0}=7{,}58.$$

2) Вѣса подвижной нагрузки:

$25\times 7\times 102\ \ldots\ldots\ldots\ldots=17850$ пуд.

3) Вѣса проѣзжей части $25\times 7\times 10\ .=1750$ „

4) Опорнаго давленія двухъ фермъ . . $=9094$ „

Всего . . 53394 пуд.

Давленіе это передается на площадь $A=7{,}58\times 84^2=53484$ квадр. дюйм.

$$\text{съ силою } \frac{53394}{53484}=1<3\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2},$$

такъ что прокладного ряда не требуется.

Давленіе на сваи получится изъ предыдущаго давленія . . . . . 53394 пуд.

и вѣса остальной кладки:

$$1300\Big[\Big(6{,}4\times 2{,}6-\frac{1{,}6\times 1{,}7}{2}-\frac{(2{,}6-0{,}8)}{2}0{,}75\Big)0{,}75+$$
$$+3{,}1\times 2+\frac{\pi\times 1^2}{2}+2\times\frac{0{,}5+1}{2}\times 1{,}12+$$
$$+2\times\frac{\pi 1^2\times 21^0}{360^0}+\frac{\pi 0{,}5^2\times 1{,}38^0}{360}1{,}00\Big]=1300(12{,}5+$$
$$+9{,}1)=1300\times 21{,}6\ \ldots\ldots\ldots\ldots 28080 \text{ пуд.}$$

Всего . . . 81474 пуд.

Давленіе это передается на 73 сваи съ силою $\frac{81474}{73}=$ $=1116$ пуд. на каждую сваю, что меньше допускаемаго предѣла въ 1200 пуд. При этомъ разстояніе между центрами свай нигдѣ не превосходитъ 0,50 саж.

Опредѣленіе глубины заложенія Вольскаго устоя и устойчивости его противъ вращенія и скольженія.

1) Вѣсъ устоя равенъ:

$$1300\Big[(2{,}15\times 4{,}3+2{,}45\times 2{,}9)0{,}75+(3{,}8\times 1{,}65+2{,}45\times 2{,}4)1+$$
$$+(1{,}45\times 3{,}6+2{,}2\times 2{,}45)3{,}73-0{,}7\times 3{,}6\times\frac{0{,}89+0{,}75}{2}-$$
$$-2{,}85\times 1{,}7\times 0{,}15-\frac{0{,}7+1{,}4}{2}2{,}455\times 14-\frac{0{,}2+1{,}2}{2}1\times 1{,}955-$$
$$-1{,}255\times\frac{0{,}2+1}{2}\times 0{,}5-\frac{0{,}2+1}{2}\times 0{,}905\Big(0{,}5+\frac{0{,}18}{2}\Big)+$$
$$\underbrace{+(2{,}455+0{,}875+0{,}525)2\times 0{,}275}_{\text{кордонъ.}}+\underbrace{2\times 0{,}65\times 0{,}6\times 0{,}25}_{\text{подфермен. камень.}}=$$
$$1300\Big[\underbrace{12{,}27+12{,}16}_{\text{до гор. меж. водъ.}}+\underbrace{31{,}18+2{,}18+0{,}20}_{\text{выше гориз. меж. водъ.}}\Big]=1300[24{,}43+33{,}56]=$$

до горизонта меженнихъ водъ . . . . . 31759 пуд.

выше „ „ „ . . . . . 43628 „

Всего . . . 75387 пуд.

2) Половина вѣса подвижной нагрузки . . $\frac{17850}{2} = 8925$ пуд.

3) Половина вѣса проѣзжей части . . . . $\frac{1750}{2} = 875$ „

4) Половина вѣса фермы . . . . . $\frac{9094}{2} = 4547$ „

Итого. . . . 89734 пуд.

За вычетомъ воды, вытѣсняемой устоемъ при меженнемъ горизонтѣ $24{,}43 \times 593$ . . . . . = 14487 пуд.

имѣемъ . . . . . = 75247 пуд.

Къ этому слѣдуетъ прибавить вѣсъ земли между обратными стѣнками устоя, который равенъ:

$1000[(1{,}45 \times 3{,}6 + 2{,}2 \times 2{,}45)3{,}75 - 31{,}18]$ . . . = 8610 пуд.,

а полное давленіе на основаніе . . . . . = 83857 пуд.

Высота h' песчаннаго столба, эквивалентнаго вѣсу устоя съ принимаемымъ имъ давленіемъ отъ подвижной нагрузки и проѣзжей части будетъ:

$$h' = \frac{83857}{1000 \times 16{,}36} = 5{,}15 \text{ саж.},$$

гдѣ 16,36 кв. саж. есть площадь основанія устоя, а 1000 пуд.— вѣсъ куб. саж. песка.

Необходимую глубину заложенія устоя найдемъ по формулѣ *Пауцера:*

$$h = h' tg^4\left(45^0 - \frac{\varphi^0}{2}\right) = 0{,}11 h',$$

гдѣ $\varphi = 30^0$ уголъ естественнаго откоса земли.

Слѣдовательно, расчетная глубина заложенія будетъ $h = 5{,}15 \times \times 0{,}11 = 0{,}56$ саж. При вѣроятномъ вышенайденномъ размывѣ въ 1,00 саж. отъ горизонта межени, необходимая глубина заложенія отъ той-же межени, будетъ:

$$0{,}56 + 1{,}00 = 1{,}56 \text{ саж.}$$

Мы-же опускаемъ на глубину 1,75 саж.

Коэффиціентъ устойчивости:

1) до размыва . . . . . $= \frac{1{,}75 - 0{,}60}{0{,}56} = 2{,}06$

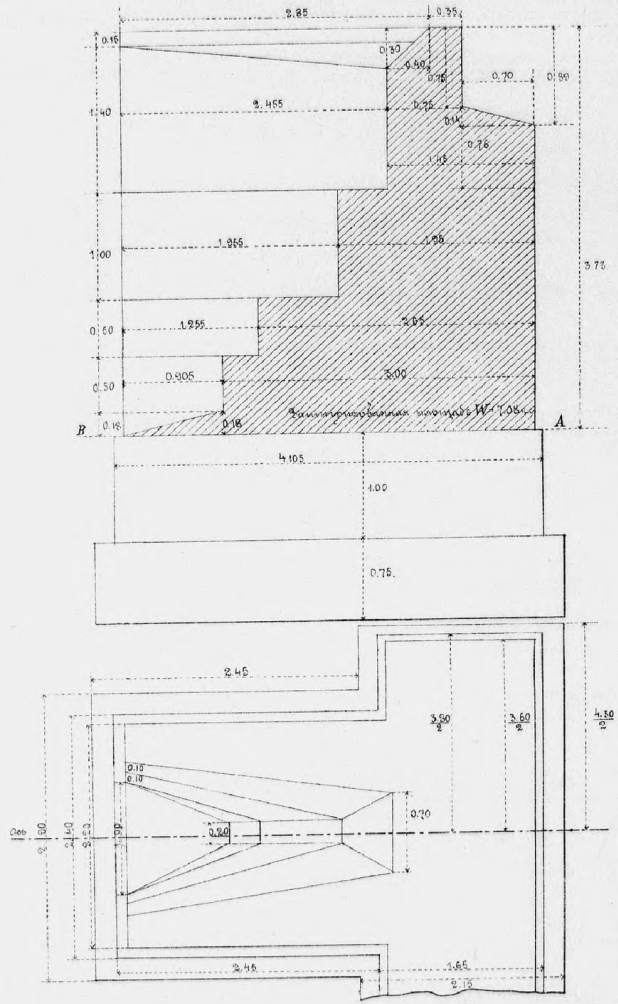
2) послѣ размыва. . . . . $= \frac{1{,}75 - 1{,}00}{0{,}56} = 1{,}34$

что вполнѣ достаточно въ виду шпунтоваго огражденія основанія.

Давленіе на квадр. дюймъ основанія составляетъ:

$$\frac{83857}{16{,}36 \times 84^2} = 0{,}73 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм})^2},$$

что вполнѣ обезпечиваетъ сооруженіе отъ осадки.



Повѣримъ устойчивость устоя на вращеніе около точки A и на скольженіе по плоскости AB.

Для этого найдемъ моментъ вѣса M_1 и моментъ горизонтальнаго распора земли M_2 на длину одной пог. саж. устоя, относительно точки A.

Статическій моментъ сѣченія устоя относительно точки A:

$$S=\frac{0,4\times0,3}{2}\times1,18+0,35\times0,3\times0,87+0,75\times1,25\times1,07+$$

$$+\frac{0,14\times0,7}{2}\times0,47+0,76\times0,7\times0,35+1,95\times1\times1,47+$$

$$+2,65\times0,5\times1,32+3\times0,68\times1,5+\frac{0,18\times0,905}{2}\times3,3=$$

$$=9,340 \text{ куб. саж.}$$

$M_1=9,34\times1300=12142$ пуд.-саж.

$M_2=E\times e$,

гдѣ распоръ земли $E=\Psi h(\gamma h+2v)$, плечо распора $e=h\times\frac{\gamma h+3v}{3\gamma+6v}$.

$\Psi=\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right)=0,119$ при углѣ естественнаго откоса $\varphi=38^0$;

h — высота земли за устоемъ $=3,73$ саж.;

γ — вѣсъ куб. саж. земли $=1000$ пуд.;

v — давленіе на кв. саж. верхней площадки, замѣняющее собою подвижную нагрузку $=643$ пуд.

Подставляя эти величины въ формулы, находимъ:

$$E=0,119\times3,73(3730+1286)=2207 \text{ пуд.}$$

$$e=3,73\,\frac{3730+1929}{11190+3858}=1,40 \text{ саж.}$$

$$M_2=E\times e=2207\times1,4=3090 \text{ пуд.-саж.}$$

Слѣдовательно, коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія около ребра A.

$$m_1=\frac{M_1}{M_2}=\frac{12142}{3090}=3,93.$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости AB:

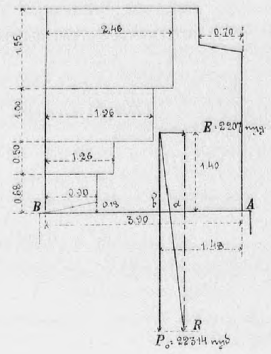
$m_2=\frac{fP}{E}$, гдѣ f—коэффиціентъ тренія $=0,7$, а P—вѣсъ устоя на одну пог. саж.;

$$P=W\times1300 \text{ пуд.}=7,08\times1300=9204 \text{ пуд.}$$

$$m_2=\frac{0,7\times9204}{2207}=2,92.$$

Въ дѣйствительности эти коэффиціенты будутъ больше, такъ какъ при высотѣ насыпи 3,73 саж. временную нагрузку можно и не принимать во вниманіе.

Для доказательства, что равнодѣйствующая R распора земли и вѣса устоя съ давленіемъ на подферменные камни проходитъ черезъ среднюю треть основанія AB,—



опредѣлимъ:

1) Давленіе на подферменные камни, приведенное къ 1 пог. саж. ширины устоя:

$$P'=\frac{8925+875+4547+763}{2,53}=5972 \text{ пуд.,}$$

гдѣ 763 пуд. есть давленіе одной оси паровоза, а 2,53—разстояніе между осями фермъ; плечо этого давленія $p'=0,35$ саж.

2) Давленіе земли между крыльями, приведенное также къ 1 пог. саж. ширины устоя:

$$P''=\left(2,46\times1,55+1,96\times1+1,36\times0,5+0,90\times0,5+\right.$$

$$\left.+\frac{0,9\times0,18}{2}\right)1000=6930 \text{ пуд.}$$

Плечо этого давленія относительно точки A:

$$p''=\left[(2,46\times1,55)\left(3,9-\frac{2,46}{2}\right)+(1,96\times1)\left(3,9-\frac{1,96}{2}\right)+\right.$$

$$+(1,26\times0,5)\left(3,9-\frac{1,26}{2}\right)+(0,9\times0,5)\left(3,9-\frac{0,9}{2}\right)+$$

$$\left.+\left(\frac{0,9\times0,18}{2}\right)\left(3,9-\frac{0,9}{3}\right)1000\right]:6930=2,71 \text{ саж.}$$

Плечо общаго давленія:

$$p_0=\frac{M_1+P'p'+P''p''}{P+P'+P''}=\frac{33012}{22314}=1,48 \text{ саж.}$$

Изъ чертежа видно:

$$ab = 1{,}4 \times \frac{2207}{22314} = 0{,}14 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно, $Aa = 1{,}48 - 0{,}14 = 1{,}34$ саж., что больше $^1/_3$ полной длины основанія; на самомъ-же дѣлѣ, равнодѣйствующая R пройдетъ еще ближе къ серединѣ основанія AB, такъ какъ вѣсъ крыльевъ, различный отъ вѣса земли между крыльями, не принятъ во вниманіе, что послужитъ въ пользу устойчивости.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Сардаровъ.*

Копія съ копіи.

Отношеніемъ отъ 23/24 Ноября 1894 г. за № 20336 Департаментъ ж.ж. дорогъ увѣдомилъ Правленіе Общества, что по утвержденному Господиномъ Министромъ 10 Ноября с. года журналу Инженернаго Совѣта за № 175 постановлено:

I) Проектъ общаго расположенія моста черезъ **р. Терешку** *на 183-й верстѣ Аткарскъ-Вольской линіи, представленный при рапортахъ Инспекціи по постройкѣ отъ 1-го и 13-го Іюля и 10 Августа с. г. за №№ 1683, 1729 и 1851,—одобрить, съ тѣмъ чтобы глубина заложенія основаній опоръ означеннаго моста доведена была до слоя плотной глины, залегающей согласно проекту, на глубинѣ 4—5 саж. отъ межени, (*) или же отверстіе моста увеличено было на одинъ пролетъ въ 25 саж. съ оставленіемъ проектируемой глубины заложенія опоръ и чтобы, во всякомъ случаѣ, устой со стороны Аткарска устроенъ былъ въ видѣ быка, сопрягаемаго съ насыпью посредствомъ отдѣльной подпорной стѣнки.*

II) Избраніе того или другаго изъ указанныхъ въ ст. 1-й сего постановленія способовъ измѣненія проекта, а именно посредствомъ увеличенія глубины заложенія опоръ или же посредствомъ увеличенія общаго отверстія моста, предоставить Правленію Общества Рязанско-Уральской жел. дор. по соглашенію съ Инспекторомъ и Главнымъ Инженеромъ по сооруженію новыхъ линій названнаго Общества, причемъ окончательное опредѣленіе рода и глубины заложенія основанія опоръ, въ зависимости отъ ближайшаго выясненія рода грунта, предоставить соглашенію упомянутыхъ двухъ лицъ.

III) Предоставить Инспектору по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ по сооруженію новыхъ линій Рязанско-Уральской жел. дороги возбудить въ установленномъ порядкѣ ходатайство объ оставленіи безъ измѣненій предположенныхъ по проекту глубины заложенія опоръ и размѣровъ общаго отверстія (въ 50 саж.) означеннаго выше моста, ежели результаты наблюденій надъ проходомъ весеннихъ водъ будущаго 1895 г. укажутъ на возможность устройства моста, согласно проекту, безъ увеличенія проектируемаго отверстія моста и глубины заложенія его опоръ.

IV) Предоставить Инспектору по сооруженію новыхъ линій Рязанско-Уральской жел. дор. утвердить проектъ опоръ означеннаго въ п. I-мъ сего отношенія моста, по окончательномъ выясненіи рода основаній этихъ опоръ.

На подлинномъ написано:

За Директора Бѣлинскій. Дѣлопроизводитель Деминъ.

На копіи написано:

Съ подлиннымъ вѣрно: Старшій Дѣлопроизводитель Г. Карцовъ.

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ Н. Ефимовичъ.

Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

(*) Причемъ можетъ представиться цѣлесообразнымъ среднюю опору устроить на кессонномъ основаніи, вмѣсто свайнаго, а береговыя опоры устроить на свайныхъ или кессонныхъ основаніяхъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

Расчетъ сей разсмотрѣнъ и признанъ правильнымъ, при условіи уничтоженія вышележащей плотины и неустройства отверстія въ полотнѣ дороги (на пикетѣ № 107+12 с.), при пересѣченіи имъ нынѣ существующей плотины.—Іюля 3 дня 1894 года. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревяннаго моста чрезъ р. ОСИНОВКУ,

на 16 верстѣ

линіи Аткарскъ-Баланда,

у с. Нижняя-Осиновка

и мостовъ

чрезъ мельничную канаву на 16 верстѣ *)

и на 18 верстѣ, на поймѣ р. Медвѣдицы.

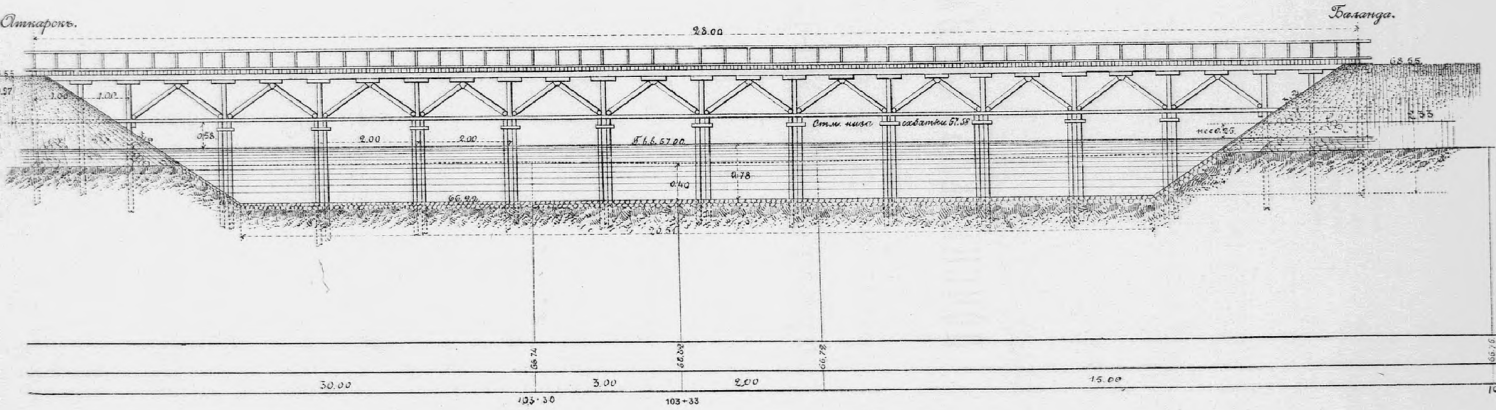
*) *См. выше текстъ утвержденія.*

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. ЖОЖЕРИТОВА.

Общій видъ моста чрезъ р. Осиновку

на 16 вер. Атбарскъ-Баландинской линіи.

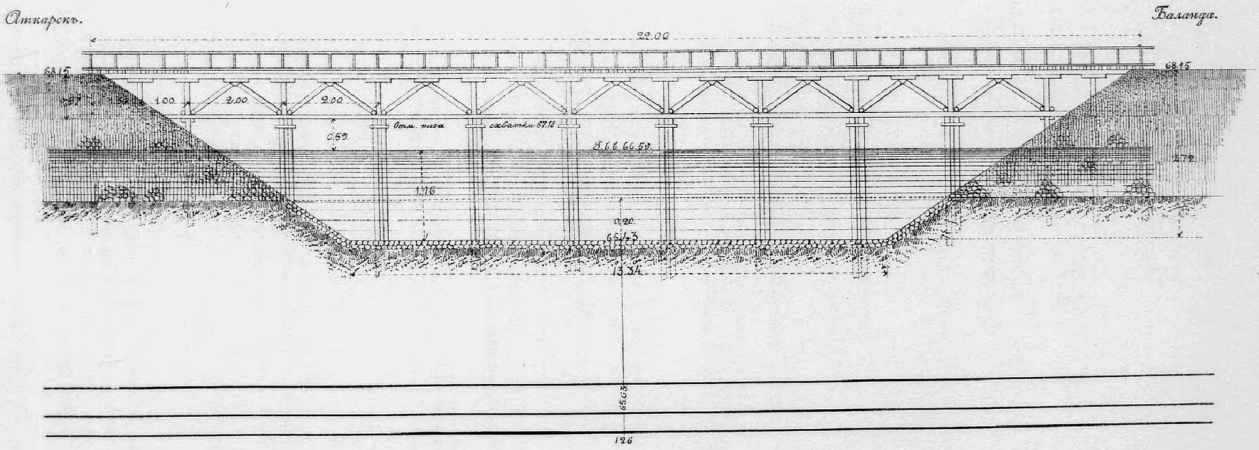
Пик. № 103+33.



Общій видъ моста

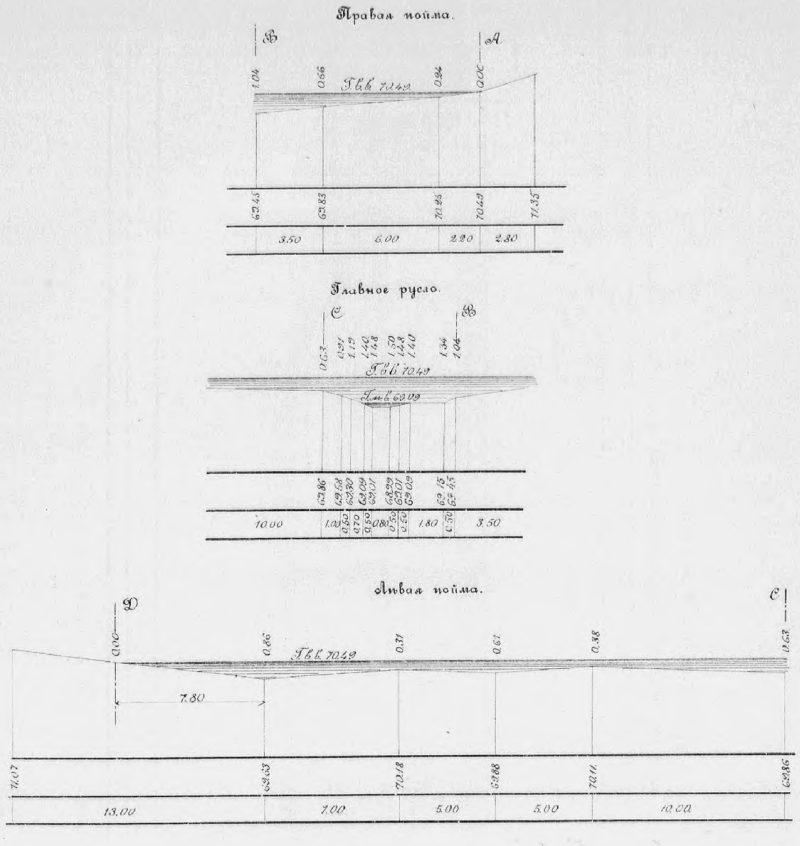
на 18 вер. Атбарскъ-Баландинской линіи.

Пик. № 126



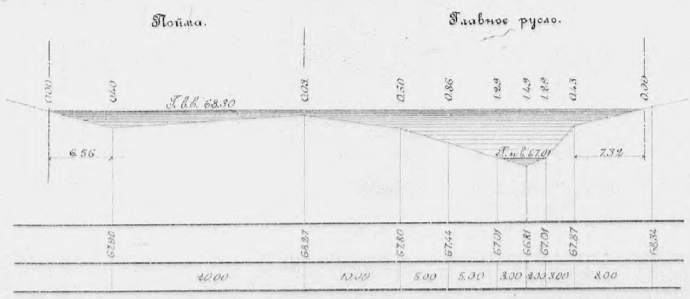
Поперечное сѣченіе р. Осиновки и ея поймы

на $4^1/_2$ версты выше перехода линіи ж. д.



Поперечное сѣченіе р. Осиновки и ея поймы

на I версту 340 саж. выше перехода.



РАСЧЕТЪ

отверстія деревяннаго моста чрезъ р. ОСИНОВКУ,

на 16 верстѣ

линіи Аткарскъ-Баланда, у с. Ниж.-Осиновки.

Данныя на мѣстѣ перехода:

1) Площадь бассейна, измѣренная по 10-ти верстной картѣ . . . . . 105 кв. вер.

2) Горизонтъ высокихъ водъ (воды р. Медвѣдицы) 67,00 саж.

3) Меженнихъ водъ—нѣтъ, рѣка пересыхаетъ.

4) Отмѣтка дна русла . . . . . 66,62 саж. *)

5) Уклонъ высокихъ водъ . . . . . 0,00155.

1) Линія пересѣкаетъ р. Осиновку въ томъ мѣстѣ, гдѣ она протекаетъ по поймѣ р. Медвѣдицы, а потому высшій горизонтъ воды у сооруженія—горизонтъ высокихъ водъ р. Медвѣдицы, подпирающихъ воды Осиновки. Выдѣлить, поэтому, живое сѣченіе собственныхъ водъ Осиновки въ этомъ мѣстѣ не представляется возможнымъ, а потому взяты сѣченія на $4^1/_2$ вер. выше, для котораго горизонтъ высокихъ водъ=70,49 саж.—и на $1^1/_2$ версты, съ горизонтомъ высокихъ водъ=68,30.

Между насыпью желѣзной дороги и высокимъ берегомъ р. Медвѣдицы образуется замкнутое пространство, въ которое, во время половодья, черезъ мостовое отверстіе будутъ входить воды Медвѣдицы и сливаться съ водами Осиновки.

2) Въ этомъ замкнутомъ пространствѣ длиною около 1-й версты, шириною около $^1/_4$ вер., образуется небольшое озеро со стоячей водой, которая не можетъ имѣть никакого вліянія на увеличеніе расхода воды р. Осиновки. Показанное въ главномъ профилѣ Аткарскъ-Баландинскаго участка сѣченіе поймы у моста на р. Осиновкѣ, есть сѣченіе поймы Медвѣдицы, а не Осиновки, т. е. сѣченіе поймы взято не нормальное, а параллельное р. Медвѣдицѣ, а потому и можетъ быть принято въ расчетъ.

3) Отмѣтка срѣзаннаго дна у проектируемаго моста=66,22 и стокъ водъ изъ низшей точки замкнутаго пространства съ отмѣткой 66,34—(въ сторону Аткарска отъ моста)—будетъ обезпеченъ устройствомъ канавы вдоль полотна желѣзной дороги.

---

*) Низшая точка грунта вблизи, на отмѣткѣ 66,34.

4) Въ вышеназванномъ замкнутомъ пространствѣ (между берегомъ и полотномъ) не можетъ образоваться продольное теченіе отъ моста на 16-й верстѣ, пикетъ № 103+33,—къ мосту на пикетѣ № 126, такъ какъ между ними у пикета № 106 находится незатопляемое мѣсто поймы, на которомъ расположена деревня Нижняя Осиновка; въ этомъ же незатопляемомъ мѣстѣ прорыта и мельничная канава, пересѣкающая полотно желѣзной дороги, и для которой проектируется отверстіе моста въ 1 саж.

5) Но въ виду того, что вслѣдствіе подпора, горизонтъ воды послѣ сооруженія насыпи и моста подымется до отмѣтки 67,32, при которой воды залютъ это незатопляемое мѣсто—проектируется устройствомъ дамбъ поднять берега мельничной канавы выше подпертаго горизонта (67,32) на 0,25 въ самой же канавѣ, передъ полотномъ желѣзной дороги, для избѣжанія прохожденія водъ къ мостику, будетъ устроена плотина, закрывающаяся на время половодья.

Опредѣлимъ расходъ воды рѣки Осиновки по живому сѣченію, взятому на $4^1/_2$ версты выше мѣста перехода.

Площадь живого сѣченія:

Правая пойма. $\omega_1 = {}^1/_2\,[0{,}24\times 2{,}20 + (0{,}24+0{,}66)\,6 + (0{,}66+1{,}04)\times 3{,}50] = 5{,}94$ кв. саж.

Главное русло. $\omega_2 = {}^1/_2\,[(1{,}04+1{,}34)0{,}5 + (1{,}34+1{,}40)1{,}80 + (1{,}4+1{,}48)\,0{,}50 + 2\times 1{,}49\times 0{,}50 + 2\times 1{,}49\times 0{,}80 + 2\times 1{,}44\times 0{,}50 + (1{,}40+1{,}19)\times 0{,}7 + (1{,}19+0{,}91)\,0{,}5 + (0{,}91+0{,}63)\times 1] = 8{,}64$ кв. саж.

Лѣвая пойма. $\omega_3 = {}^1/_2[(0{,}63+0{,}38)\times 10 + (0{,}38+0{,}61)\times 5 + (0{,}61+0{,}31)\times 5 + (0{,}31+0{,}86)\times 7 + 0{,}86\times 7{,}80] = 17{,}27$ кв. саж.

Вся площадь:

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 = 31{,}85 \text{ кв. саж.}$$

Подводные периметры частей живого сѣченія:

$$p_1 = \sqrt{2{,}20^2+0{,}24^2} + \sqrt{6^2+0{,}42^2} + \sqrt{3{,}50^2+0{,}38^2} + 1{,}04 = 12{,}78 \text{ саж.}$$

$$p_2 = 1{,}04 + \sqrt{0{,}50^2 + 0{,}30^2} + 3{,}60 + \sqrt{0{,}50^2 + 0{,}08^2} + \sqrt{0{,}70^2+0{,}21^2} + \sqrt{0{,}50^2+0{,}28^2} + \sqrt{1^2+0{,}28^2} + 0{,}63 = 8{,}69 \text{ саж.}$$

$$p_3 = 0{,}63 + 27 + \sqrt{7{,}80^2+0{,}86^2} = 34{,}48 \text{ саж.}$$

Средніе радіусы частей живого сѣченія:

$$R_1 = \frac{\omega_1}{p_1} = \frac{5{,}94}{12{,}78} = 0{,}463 \text{ саж.} = 0{,}99 \text{ } mtr.;\ c = 33{,}14;$$

$$R_2 = \frac{\omega_2}{p_2} = \frac{8{,}64}{8{,}69} = 0{,}994 \text{ саж.} = 2{,}12 \text{ } mtr.;\ c = 45{,}38;$$

$$R_3 = \frac{\omega_3}{p_3} = \frac{17{,}270}{34{,}48} = 0{,}501 \text{ саж.} = 1{,}07 \text{ } mtr.;\ c = 33{,}53;$$

Средняя скорость до постройки моста опредѣляется по формулѣ:

$$v = c\sqrt{Ri},$$

гдѣ: $i = 0{,}00155$, коэффиціентъ c—по *Ganguillet* и *Kutter*'у

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}},$$

гдѣ, для главнаго русла . . . . . $n = 0{,}025$,

а для поймы. . . . . $n = 0{,}030$.

Тогда получимъ соотвѣтственныя величины:

1) коэффиціентовъ c:

33,14; 45,38; 33,53;

2) среднихъ скоростей:

1,31; 2,61; 1,36 *mtr.*,

0,614; 1,22; 0,637 саж.,

и 3) расходовъ:

3,65; 10,54; 11,00 куб. саж.

Полный расходъ воды въ р. Осиновкѣ:

$$Q = 25{,}19 \text{ куб. саж.}$$

Такъ какъ предполагается укрѣпить русло двойною мостовой, что возможно устроить въ виду совершеннаго высыханія водъ лѣтомъ и существованія плотины выше моста, то по дну можемъ допустить скорость:

$$\omega = 10 \text{ фут.},$$

а тогда, по *Дюбуа*, средняя скорость всего сѣченія будетъ:

$$v_0 = 10\times 1{,}33 = 13{,}30 \text{ фут.} = 1{,}9 \text{ саж.}$$

Необходимая площадь пропускного отверстія:

$$\Omega = \frac{Q}{\mu\times v_0} = \frac{25{,}19}{0{,}90\times 1{,}90} = 14{,}73 \text{ кв. саж.},$$

гдѣ $\mu = 0{,}90$—коэффиціентъ сжатія струи.

Для подтвержденія достаточности принятаго отверстія моста, опредѣлимъ теперь расходъ по сѣченію, взятому на 1 вер. 340 саж. выше перехода.

I. Главное русло.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_1 = {}^1/_2\,[0{,}47\times 7{,}32 + (0{,}43+1{,}29)\,3 + (1{,}29+1{,}49)\,2 + (1{,}49+1{,}29)\times 3 + (1{,}29+0{,}86)\,5 + (0{,}86+0{,}50)\,5 + (0{,}50+0{,}03)10] = 22{,}53 \text{ кв. саж}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=\sqrt{7,32^2+0,43^2}+\sqrt{3^2+0,86^2}+\sqrt{2^2+0,20^2}+\sqrt{3^2+0,20^2}+$$
$$+\sqrt{5^2+0,43^2}+\sqrt{5^2+0,36^2}+\sqrt{10^2+0,47^2}+0,03=$$
$$=7,305+3,120+2,010+3,006+5,018+5,012+10,03=$$
$$=35,501 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\omega_1}{p_1}=\frac{22,53}{35,501}=0,634 \text{ саж.}=1,353 \ mtr.$$

Среднюю скорость до постройки моста опредѣлимъ по формулѣ:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i},$$

гдѣ $i=0,00155$, коэффиціентъ c_1, по *Ganguillet* и *Kutter*'у:

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00155}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00155}\right)\frac{0,025}{\sqrt{1,353}}}=42,21;$$

$$v_1=42,21\sqrt{1,353\times 0,00155}=1,924 \ mtr.=0,903 \text{ саж.}$$

и расходъ:

$$q_1=\omega_1\times v_1=22,53\times 0,903=20,34 \text{ куб. саж.}$$

II. Пойма.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_2=\tfrac{1}{2}\left[(0,03+0,40)\,20+6,56\times 0,40\right]=\tfrac{1}{2}(8,60+2,62)=$$
$$=5,61 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=0,03+\sqrt{20^2+0,37^2}+\sqrt{6,56^2+0,40^2}=26,60.$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\omega_2}{p_2}=\frac{5,61}{26,60}=0,21 \text{ саж.}=0,448 \ mtr.$$

Средняя скорость въ нестѣсненномъ сѣченіи опредѣлимъ по формулѣ:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0,030}+\frac{0,00155}{0,00155}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00155}\right)\frac{0,030}{\sqrt{0,448}}}=21,85;$$

$$v_2=21,85\sqrt{0,448\times 0,00155}=0,575 \ mtr.=0,27 \text{ саж.}$$

и расходъ:

$$q_2=\omega_2\times v_2=5,61\times 0,27=1,51 \text{ куб. саж.}$$

Слѣдовательно, весь расходъ воды въ р. Осиновкѣ:

$$Q=q_1+q_2=20,34+1,51=21,85 \text{ куб. саж.},$$

что менѣе опредѣленнаго выше=25,19 куб. саж.

Необходимая площадь пропускного отверстія, по даннымъ циркуляра М. П. С. отъ 11 Ноября 1877 г. за № 11230, при бассейнѣ 105 кв. верстъ.

$$\Omega=105\times 0,06=6,30 \text{ кв. саж.}$$

Что же касается плотины, расположенной на 250 саж. выше проектируемаго моста, то горизонтъ высокихъ водъ у плотины=67,35, а отмѣтка верха плотины=67,11, т. е. весеннія воды переливаются чрезъ ея верхъ, а также и съ боковъ, такъ что она служитъ для задерживанія лишь меженнихъ водъ, а потому играетъ, во время высокихъ водъ, роль какъ бы подводнаго камня и вліянія ея на увеличеніе расхода, на случай прорыва, поэтому можемъ не разсматривать.

I. Для доставленія исчисленной въ 14,73 кв.саж. площади пропускного отверстія *проектируется деревянный подкосный мостъ* по утвержденному типу: *съ 12-ю пролетами по 2 саж. и 4-мя по одной саж., при сопряженіи съ откосами насыпей,—длиною по верху=28,00 саж.*

Тогда площадь пропускного отверстія, за вычетомъ проекцій свай, при срѣзкѣ пласта чернозема на глубину 0,40 саж., до отмѣтки 66,22 саж., будетъ:

$$\Omega_0=\frac{20,51+20,51+3\times 0,78}{2}\times 0,78-11\times 2\times 0,125\times 0,78=$$
$$=16,91-2,29=14,62 \text{ кв. саж.}$$

Подпоръ у сооруженія:

$$h=\frac{v_0^2-v_1^2}{2g}=\frac{1,91^2-0,79^2}{9,2}=0,32 \text{ саж.},$$

гдѣ:

$$v_0=\frac{Q}{\mu\Omega_0}=\frac{25,19}{0,90\times 14,62}=1,91 \text{ саж.}—\text{средняя скорость подъ мостомъ},$$

$$v_1=\frac{Q}{\Sigma\omega}=\frac{25,19}{31,85}=0,79 \text{ саж.}—\text{средняя скорость до постройки моста.}$$

Отмѣтка подпертаго горизонта:

$$67,00+0,32=67,32 \text{ саж.}$$

Отмѣтка низа продольной схватки:

$$67,32+0,26=67,58 \text{ саж.}$$

Отмѣтка полотна:

$$67,58+0,97=68,55 \text{ саж.}$$

Высота насыпи у моста:

$$68,55-66,22=2,33 \text{ саж.}$$

II. Во время половодья, часть весеннихъ водъ рѣки Осиновки, разливаясь по улицамъ села того-же имени, устремляется въ другую сторону поймы р. Медвѣдицы, вслѣдствіе чего *на пикетѣ № 126, необходимъ мостъ.*

Такъ какъ не представляется возможнымъ опредѣлить, какое именно количество водъ Осиновки будетъ проходить черезъ отверстіе этого моста, то для безопасности предполагается построить мостъ

одинаковой пропускной способности (14,73 кв. саж.) съ мостомъ на руслѣ р. Осиновки.

Для этого *проектируется подкосный мостъ* по утвержденному типу, *длиною 22,00 саж. по верху, съ 9-ю пролетами по 2 саж. и 4-мя по одной сажени.*

За вычетомъ проекцій свай, при срѣзкѣ пласта чернозема въ 0,20 саж., до отмѣтки 65,43 саж., площадь пропускного отверстія будетъ:

$$\Omega=\frac{13,34+13,34+3\times1,16}{2}\times1,16-8\times2\times0,125\times1,16=$$

$$=17,49-2,32=15,17 \text{ кв. саж.}$$

Подпоръ у сооруженія:

$$h=\frac{v_0^2-v_1^2}{2g}=\frac{1,86^2-0,79^2}{9,2}=0,32 \text{ саж.},$$

гдѣ:

$$v_0=\frac{Q}{\mu\Omega}=\frac{25,19}{0,90\times15,17}=1,86 \text{ саж.—средняя скорость подъ мостомъ.}$$

Отмѣтка подпертаго горизонта:

$$66,59+0,32=66,91 \text{ саж.}$$

Отмѣтка низа продольной схватки:

$$66,91+0,27=67,18 \text{ саж.}$$

Отмѣтка насыпи:

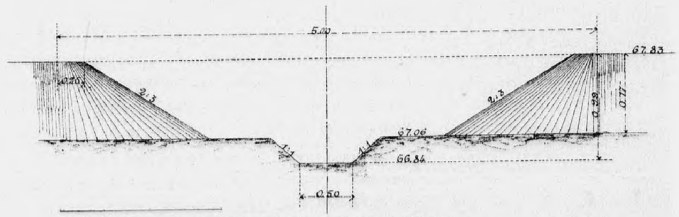
$$67,18+0,97=68,15 \text{ саж.}$$

Высота насыпи у моста:

$$68,15-65,43=2,72 \text{ саж.}$$

Устройство на пик. № 126 моста одинаковой пропускной способности съ мостомъ на р. Осиновкѣ объясняется, кромѣ всего вышеизложеннаго, еще необходимостью дать свободный выходъ водѣ для избѣжанія излишняго подпора воды въ селѣ Осиновкѣ полотномъ желѣзной дороги.

III. На пикетѣ № 107+12 полотно пересѣкаетъ мельничную канаву *). Въ виду того, что канава эта посредствомъ дамбъ и плотины во время половодья закрыта для прохожденія по ней водъ и сама канава предназначена для дѣйствія мельницы лишь во время меженнихъ водъ, мостовое отверстіе въ полотнѣ проектируется лишь=1,00 саж., длина же моста по верху=5,00 саж., при высотѣ насыпи=0,99.



*) *См. текстъ утвержденія въ началѣ записки.*

Опредѣлимъ скорость теченія воды въ канавѣ. Уклонъ канавы=0,001.

Предполагая, что канава вся будетъ заполнена водой, площадь живого сѣченія:

$$\omega=\frac{0,50+1,00}{2}\times0,22=0,165 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=0,50+2\sqrt{0,25^2+0,22^2}=1,166 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ$=\frac{\omega}{p}=\frac{0,165}{1,166}=0,142.$

Средняя скорость:

$$v=c\sqrt{Ri}=18,07\sqrt{0,142\times0,001}=0,217 \text{ саж.},$$

гдѣ c взято изъ таблицы № 2 бланка расчета отверстія мостовъ. При скорости 0,217 саж. нѣтъ надобности въ укрѣпленіи русла канавы.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Никольскій.*

Составилъ Инженеръ В. Цывинскій.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:
Къ утвержденному проекту моста чрезъ рѣку Идолгу. Марта 23 дня 1894 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ИДОЛГУ.

отверстіемъ 20,00 саж. (1 пролетъ)

на 31 верстѣ

Аткарско-Баландинской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. Ф. ФЕОКРИТОВА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ИДОЛГУ,

на 31 верстѣ

Аткарско-Баландинской линіи.

I. Расчетъ отверстія.

Площадь бассейна р. Идолги, найденная по 10-ти верстной картѣ, равна 928 кв. вер. Для опредѣленія расхода воды снято по оси моста живое сѣченіе, при чемъ промѣрами и нивеллировкой найдены слѣдующія данныя:

1) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ соотвѣтствуетъ отмѣткѣ . . . . . 64,90.

2) Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . 64,16.

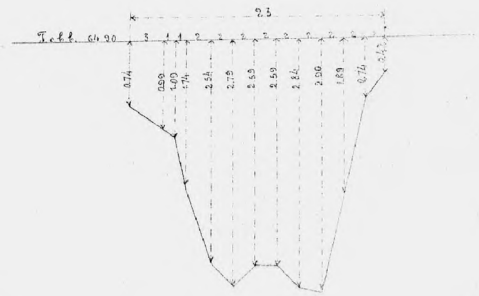
3) Уклонъ весеннихъ водъ . . . . . 0,00027.

Рѣка состоитъ изъ главнаго русла и поймы.

Главное русло.

Шир. по урѣзу 23,00 саж.

Живое сѣченіе главнаго русла
по оси моста.



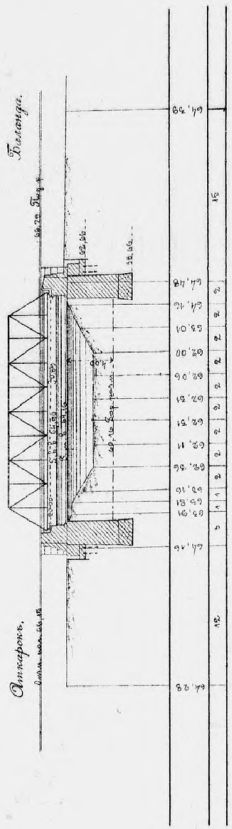
При наивысшемъ горизонтѣ 64,90, имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

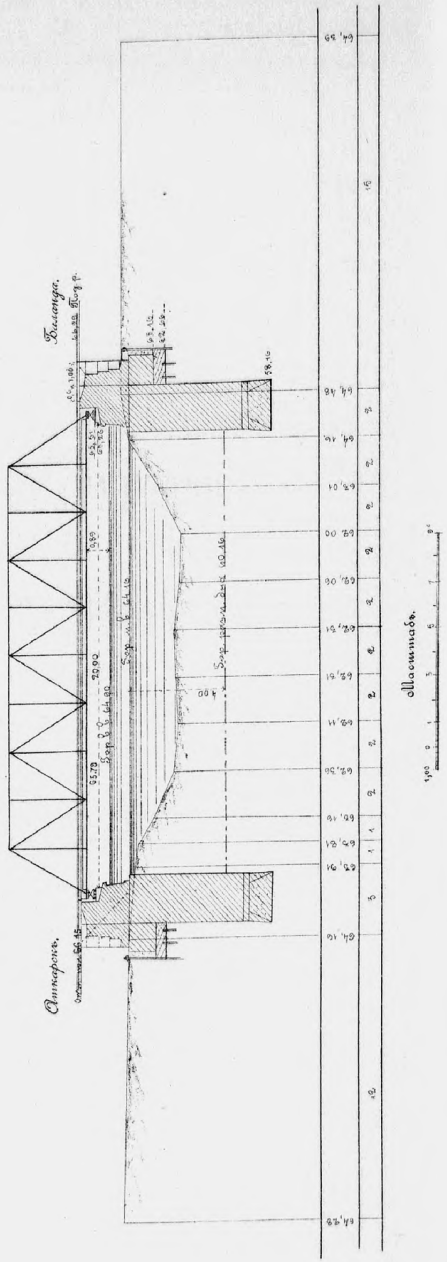
$$\Omega_1 = \frac{0,74+0,99}{2}\times 3 + \frac{0,99+1,09}{2}\times 1 + \frac{1,09+1,74}{2}\times 1 + 2\left(\frac{1,74}{2} + 2,54+2,79+2,59+2,59+2,84+2,90+1,89+0,74+\frac{0,42}{2}\right) =$$

$$= 44,97 \text{ кв. саж.}$$

Общій видъ моста чрезъ р. Идолгу,
на 31 верстѣ Аткарско-Баландинской линіи.



Общій видъ моста чрезъ р. Идолгу,
съ измѣненіями согласно требованіямъ Д-та ж. д. и Б. Инженера.



Подводный периметръ:

$$p_1 = 0{,}74 + \sqrt{2^2+0{,}25^2} + \sqrt{1{,}00^2+0{,}10^2} + \sqrt{1{,}00^2+0{,}65^2} + \sqrt{2{,}00^2+0{,}80^2} + \sqrt{2{,}00^2+0{,}25^2} + \sqrt{2^2+0{,}20^2} + 2{,}00 + \sqrt{2^2+0{,}25^2} + \sqrt{2^2+0{,}06^2} + \sqrt{2^2+1{,}01^2} + \sqrt{2^2+1{,}15^2} + \sqrt{2^2+0{,}32^2} + 0{,}42 = 25{,}135 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1 + \frac{\Omega_1}{p_1} = \frac{44{,}97}{25{,}135} = 1{,}789 \text{ саж.} = 3{,}811 \ mtr.$$

За неимѣніемъ наблюденныхъ скоростей, среднюю скорость находимъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, полагая для главнаго русла $n = 0{,}025$:

$$v_1 = c_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_1 = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}} = \frac{23 + \frac{1}{0{,}025} + \frac{0{,}00155}{0{,}00027}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}00027}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{3{,}188}}} = 50{,}03;$$

$$v_1 = 50{,}03\sqrt{3{,}811 \times 0{,}00027} = 1{,}601 \ mtr. = 0{,}75 \text{ саж.}$$

Расходъ по главному руслу:

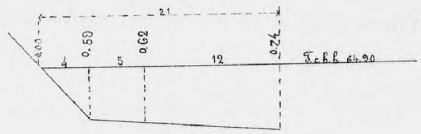
$$Q_1 = \Omega_1 \times v_1 = 44{,}97 \times 0{,}75 = 33{,}73 \text{ куб. саж.}$$

Лѣвая пойма.

Шир. по урѣзу 21,00 саж.

Живое сѣченіе лѣвой поймы

по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2 = \frac{4 \times 0{,}59}{2} + \frac{0{,}59 + 0{,}62}{2} \times 5 + \frac{0{,}62 + 0{,}74}{2} \times 12 = 12{,}365 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2 = 21{,}78 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2 = \frac{\Omega_2}{p_2} = \frac{12{,}365}{21{,}78} = 0{,}568 \text{ саж.} = 1{,}21 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n = 0{,}03$ (пойма покрыта травой):

$$v_2 = c_2\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_2 = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}} = \frac{23 + \frac{1}{0{,}03} + \frac{0{,}00155}{0{,}00027}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}00027}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}21}}} = 33{,}34;$$

$$v_2 = 33{,}34\sqrt{1{,}12 \times 0{,}00027} = 0{,}580 \ mtr. = 0{,}27 \text{ саж.}$$

Расходъ по лѣвой поймѣ:

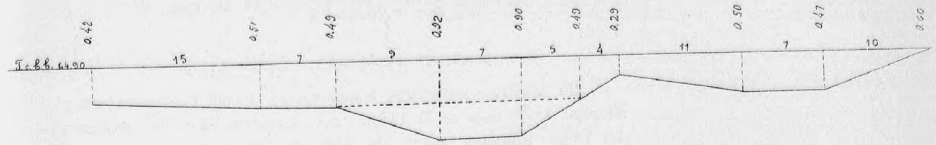
$$Q_2 = \Omega_2 \times v_2 = 12{,}365 \times 0{,}27 = 3{,}34 \text{ куб. саж.}$$

Правая пойма.

Шир. по урѣзу 75,00 саж.

Живое сѣченіе правой поймы

по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_3 = \frac{0{,}42 + 0{,}51}{2} \times 15 + \frac{0{,}51 + 0{,}49}{2} \times 7 + \frac{0{,}49 + 0{,}92}{2} \times 9 + \frac{0{,}92 + 0{,}90}{2} \times 7 + \frac{0{,}90 + 0{,}49}{2} \times 5 + \frac{0{,}49 + 0{,}29}{2} \times 4 + \frac{0{,}29 + 0{,}50}{2} \times 11 + \frac{0{,}50 + 0{,}47}{2} \times 7 + \frac{0{,}47 \times 10}{2} = 38{,}315 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_3 = 0{,}42 + 15 + 7 + \sqrt{9^2+0{,}43^2} + 7 + \sqrt{5^2+0{,}42^2} + \sqrt{4^2+0{,}20^2} + \sqrt{11^2+0{,}21^2} + 7 + \sqrt{10^2+0{,}47^2} = 75{,}46 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_3 = \frac{\Omega_3}{p_3} = \frac{38{,}315}{75{,}46} = 0{,}508 \text{ саж.} = 1{,}082 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n = 0{,}03$:

$$v_3 = c_3\sqrt{R_3 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_3 = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_3}}} = \frac{23 + \frac{1}{0{,}03} + \frac{0{,}00155}{0{,}00027}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}00027}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}082}}} = 33{,}86;$$

$$v_3 = 33{,}86\sqrt{1{,}082 \times 0{,}00027} = 0{,}576 \ mtr. = 0{,}27 \text{ саж.}$$

Расходъ по правой поймѣ:

$$Q_3 = \Omega_3 \times v_3 = 38{,}315 \times 0{,}27 = 10{,}35 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ, полный расходъ рѣки Идолги, при наивысшемъ горизонтѣ весеннихъ водъ 64,90, будетъ:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 33{,}73 + 3{,}34 + 10{,}35 = 47{,}42 \text{ куб. саж.}$$

Допустимъ среднюю скорость подъ мостомъ ту, которая получается изъ формулы *Ganguillet* и *Kutter*'а для главнаго русла, именно $v_1 = 0{,}75$ саж.

При этой скорости размыва дна не произойдетъ, такъ какъ при предполагаемой средней скорости 0,75 саж., скорость по дну, которая

по *Дюбуа* равна $\frac{0,75}{1,33}=0,56$ саж., безопасно можетъ быть допущена для грунта, состоящаго на глубину 7 саж. изъ глины съ незначительной примѣсью песку, какъ это показало произведенное буреніе.

Такимъ образомъ, необходимая площадь пропускного отверстія:

$$\Omega'=\frac{Q}{\mu\times v_1}=\frac{47,42}{0,90\times 0,75}=70,26 \text{ кв. саж.},$$

гдѣ:

$\mu=0,90$—коэффиціентъ сжатія струи.

По даннымъ циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 11 Ноября 1877 года за № 11230, для площади бассейна, найденной по 10-ти верстной картѣ въ 928 кв. вер., необходимая рабочая площадь:

$$\Omega=0,045\times 928=41,76 \text{ кв. саж.},$$

что почти вдвое менѣе исчисленной.

Перекрываемъ рѣку ***желѣзнымъ мостомъ на каменныхъ устояхъ, съ однимъ пролетомъ въ 20 саж., съ ѣздою по низу.***

Полученная такимъ образомъ площадь пропускного отверстія равна:

$$\omega=42,82 \text{ кв. саж.}$$

Остальную площадь $70,26-42,82=27,44$ кв. саж. положено получить размывомъ дна до глубины 3,32 саж., считая отъ горизонта меженнихъ водъ.

Дѣйствительно, въ этомъ предположеніи, площадь пропускного отверстія будетъ:

$$0,74\times 20+(3,32)^2+3,32(20-6,64)=70,18 \text{ кв. саж.}$$

Такимъ образомъ глубина размыва, считая отъ самой пониженной точки дна (62,00) будетъ:

$$3,32-2,16=1,16 \text{ саж.}$$

Нѣсколько большая величина размыва получается, исходя изъ того положенія, что отношеніе наибольшей глубины къ средней до и послѣ размыва дна стѣсненнаго сѣченія есть величина постоянная, т. е.

$$\frac{h_{max}}{h_0}=\frac{h'_{max}}{h'_0}.$$

$$\text{Но } \frac{h_{max}}{h_0}=\frac{h_{max}}{\frac{\omega}{l}}=\frac{l\times h_{max}}{\omega}=\frac{20\times 2,90}{42,82}=1,35$$

и наибольшая глубина русла послѣ размыва

$$h'_{max}=\frac{\Omega'\times 1,35}{20}=\frac{70,26\times 1,35}{20}=4,74 \text{ саж.}$$

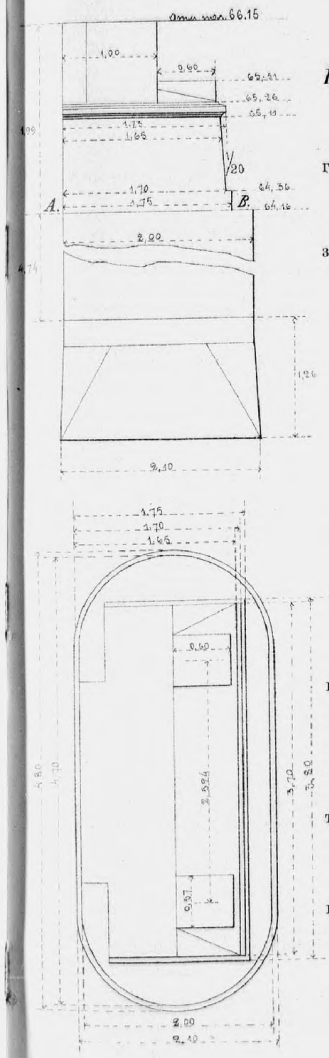
Слѣдовательно, наибольшій размывъ дна, считая отъ самой пониженной точки дна (62,00):

$$h''=h'_{max}-h_{max}=4,74-2,90=1,84 \text{ саж.}$$

При этомъ отмѣтка размытаго дна 60,16.

II. Расчетъ опоръ.

Береговыя опоры моста предположено составить каждую изъ двухъ частей, изъ коихъ часть, обращенная къ рѣкѣ, имѣетъ видъ быка, заложеннаго на кессонѣ на опредѣленной ниже глубинѣ, а другая половина, прилегающая къ насыпи, имѣетъ видъ стѣнки изъ каменной кладки, предназначенной лишь для принятія давленія насыпи и заложенной на меньшую глубину на сваяхъ.



Опредѣленіе глубины заложенія быка.

Необходимую глубину заложенія быка находимъ по формулѣ *Паукера:*

$$h\geq h'tg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right),$$

гдѣ: $\varphi=30^0$—уголъ естественнаго откоса земли;

h'—высота песчанаго столба, замѣняющаго собою сооруженіе.

При предполагаемой глубинѣ заложенія въ 6,00 саж. отъ горизонта меженнихъ водъ, имѣемъ:

1) Вѣсъ подвижной нагрузки $20\times 7\times 108=$ . . . 15120 пуд.
2) „ проѣзжей части $20\times 7\times 10=$ . . . . . 1440 „
3) „ фермы . . . . . 6037 „

22597 пуд.

Слѣдовательно, опорное давленіе:

$$\tfrac{1}{2}\times 22597=11299 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ быка:

$$1300\left(\frac{9,14+8,52}{2}\times 1,26+8,52\times 4,74+3,80\times 1,75\times\right.$$
$$\left.\times 0,20+\frac{1,70+1,65}{2}\times 0,90\times 3,70+1,00\times 0,89\times\right.$$
$$\left.\times 3,70\right)=61,71\times 1300 \text{ . . . . . }=80223 \text{ пуд.}$$

За вычетомъ вѣса вытѣсненной воды при меженнемъ горизонтѣ $51,51\times 593$ . . . . . $=30545$ „

Остается . . . 49678 пуд.

Далѣе, $tg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=0,11$;

такъ что приведенная къ матеріалу грунта нагрузка:

$$h'=\frac{11299+49678}{9,14\times 1000}=6,67 \text{ саж.},$$

гдѣ: 9,14—площадь основанія кессона, вѣсъ куб. саж. земли $=1000$ пуд.

Слѣдовательно, необходимая глубина заложенія быка:

$$h'\times tg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=6,67\times 0,11=0,73 \text{ саж.}$$

При вѣроятномъ размывѣ грунта въ 1,84 саж., наименьшая глубина заложенія отъ самой пониженной точки дна будетъ:

$$0{,}73+1{,}84=2{,}57 \text{ саж.}$$

или $4{,}00+0{,}73=4{,}73$ саж.—отъ горизонта меженнихъ водъ.

Мы же закладываемъ на глубину 6,00 саж. отъ горизонта межени (до отмѣтки 58,16), что и слѣдуетъ считать достаточнымъ, такъ какъ коэффиціентъ устойчивости:

1) до размыва дна:

$$m_1=\frac{62{,}00-58{,}16}{0{,}73}=5{,}26;$$

2) послѣ размыва дна:

$$m_2=\frac{60{,}16-58{,}16}{0{,}73}=2{,}74.$$

Опредѣленіе давленія быка на каменную кладку и грунтъ.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составляется изъ:

1) Вѣса быка до плоскости AB:

$$1300\times\left(3{,}80\times1{,}75\times0{,}20+\frac{1{,}70+1{,}65}{2}\times0{,}90\times3{,}70+\right.$$

$$\left.+1{,}00\times0{,}89\times3{,}70\right)=1300\times10{,}20 \;.\;.\;.\;.\;.=13260 \text{ пуд.}$$

2) $^1/_2$ вѣса пролетной части и подвижной нагрузки

$$\frac{15120+1440+6037}{2} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.=11299 \;„$$

Всего . . 24559 пуд.

Давленіе передается на площадь:

$$1{,}75\times3{,}80\times84^2=46922 \text{ кв. дм.},$$

съ силою

$$\frac{24559}{46922}=0{,}52\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}<3\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

и, слѣдовательно, прокладного ряда не требуется.

Давленіе на грунтъ получится изъ:

1) Предыдущаго давленія . . . . . 24559 пуд.

2) Вѣса остальной кладки (80223—13260) = . . 66963 „

91522 пуд.

Давленіе это передается на площадь:

$$9{,}14\times84^2=64492 \text{ (дм.)}^2,$$

съ силой

$$\frac{91522}{64492}=1{,}42\ \frac{\text{пуд.}}{\text{(мд.)}^2},$$

что вполнѣ допустимо для глинистаго дна.

Въ дѣйствительности давленіе на грунтъ будетъ менѣе вычисленнаго, такъ какъ не приняты во вниманіе вѣсъ вытѣсненной воды при меженнемъ горизонтѣ, а равно сильное треніе между кессонами и грунтомъ.

Опредѣленіе глубины заложенія основанія подъ заднюю стѣнку береговыхъ быковъ.

Вѣсъ кладки въ стѣнкѣ, сопрягающей устой съ берегомъ:

$$P=1300(1{,}00\times1{,}99\times2{,}20+1{,}20\times1{,}50\times2{,}40)=11307 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ паровоза, стоящаго надъ устоемъ . . . . = 3050 „

Слѣдовательно, вся нагрузка на стѣнку . . . . . =14357 пуд.

Необходимая глубина заложенія основанія, обезпечивающая сооруженіе отъ выпиранія грунта, по *Паукеру:*

$$h'=h\times tg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right),$$

гдѣ: $tg^4\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)=0{,}11$, при $\varphi=30^0$.

Приведенная къ матеріалу грунта нагрузка

$$h=\frac{14357}{1000\times2{,}88}=4{,}99 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно:

$$h'=4{,}99\times0{,}11=0{,}55 \text{ саж.}$$

Принятая же въ проектѣ глубина заложенія—1,50 саж.

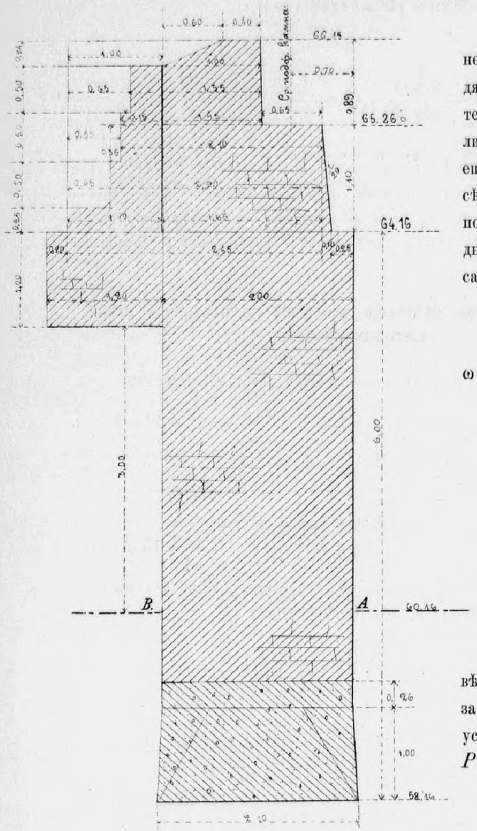
Коэффиціентъ устойчивости

$$\frac{1{,}50}{0{,}55}=2{,}73.$$

Давленіе на сваю (всѣхъ свай 12 шт.)

$$\frac{14357}{12}=1196 \text{ пуд.}$$

Повѣрка устойчивости устоевъ противъ вращенія около ребра A или скольженія въ плоскости AB.



Допуская, что береговой быкъ вмѣстѣ съ заднею стѣнкой составляютъ одно цѣлое, т. е. находятся въ условіяхъ обыкновеннаго устоя относительно дѣйствующихъ въ немъ силъ распора земли и вѣса, слѣдуетъ повѣрить устойчивость устоя еще на опрокидываніе и скольженіе, при чемъ сѣченіе, относительно котораго производится эта повѣрка, совпадаетъ съ поверхностью размытаго дна при наибольшемъ размывѣ въ 1,84 саж. отъ самой пониженной точки дна (60,16).

Такимъ образомъ имѣемъ:

Площадь сѣченія устоя до плоскости AB:

$$\omega=\omega_1+\omega_2=\Big(2{,}00\times3{,}00+3{,}20\times1{,}00+2{,}65\times\times0{,}25+2{,}20\times0{,}50+2{,}10\times0{,}35+1{,}45\times\times0{,}15+1{,}35\times0{,}50+1{,}00\times0{,}24+\frac{0{,}10\times1{,}10}{2}-\frac{0{,}60\times0{,}24}{3}\Big)_{\omega_1}+\Big(0{,}45\times\times0{,}50+0{,}55\times0{,}50+0{,}65\times0{,}50+1{,}00\times\times0{,}24+\frac{0{,}60\times0{,}24}{2}\Big)_{\omega_2}=12{,}813_{\omega_1}+$$

$$+1{,}137_{\omega_2}=13{,}95 \text{ кв. саж.}$$

Вѣсъ устоя на одну погон. саж., принимая вѣсъ одной куб. саж. кладки крыльевъ устоя и засыпки=1000 пуд., что послужитъ въ пользу устойчивости, будетъ:

$$P=P_1+P_2=\omega_1d_1+\omega_2d_2=12{,}813\times1300+1{,}137\times1000=16657+1137=17794 \text{ пуд.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A:

$$S_A=S_{A_1}+S_{A_2}=\Big[2{,}00\times3{,}00\times1{,}00+3{,}20\times1{,}00\times1{,}60+2{,}65\times0{,}25\times1{,}675+2{,}20\times0{,}50\times1{,}45+2{,}10\times0{,}35\times\times1{,}40+1{,}45\times0{,}15\times1{,}725+1{,}35\times0{,}50\times1{,}675+1{,}00\times\times0{,}24\times1{,}50+\frac{0{,}10\times1{,}10}{2}\Big(\frac{2\times0{,}10}{3}+0{,}25\Big)-\frac{0{,}60\times0{,}24}{2}\Big(\frac{2\times0{,}60}{3}+1{,}40\Big)\Big]_{S_{A_1}}+\Big[0{,}45\times0{,}50\times2{,}775+0{,}55\times0{,}50\times\times2{,}725+0{,}65\times0{,}50\times2{,}675+1{,}00\times0{,}24\times2{,}50+\frac{0{,}60\times0{,}24}{2}\Big(\frac{2\times0{,}60}{3}+1{,}40\Big)\Big]_{S_{A_2}}=16{,}607+2{,}972=19{,}579 \text{ (саж.)}^3$$

Моментъ вѣса устоя на одну пог. сажень:

$$M_1=S_Ad=S_{A_1}\times d_1+S_{A_2}\times d_2=16{,}607\times1300+2{,}972\times1000=24561 \text{ пуд.-саж.}$$

Плечо момента относительно ребра A:

$$p=\frac{M_1}{P}=\frac{24561}{17794}=1{,}38 \text{ саж.,}$$

а принимая во вниманіе вѣсъ моста и подвижной нагрузки,

$$\text{плечо } p=\frac{24561+0{,}70\times4485}{17794+4485}=1{,}24 \text{ саж.,}$$

гдѣ $\frac{11299}{2{,}52}=4485$ пуд.—есть вѣсъ моста и подвижной нагрузки на одну пог. сажень.

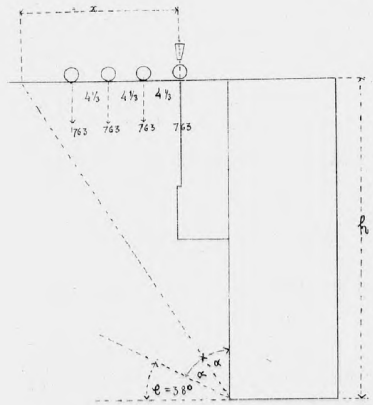
Распоръ земли на устой вычисленъ по формулѣ $\Sigma=\Psi h(\gamma h+2v)$,

гдѣ: $\Psi={}^1/_2tg^2\Big(45^0-\frac{\varphi}{2}\Big)$, который, при углѣ тренія $\varphi=38^0$, равенъ $\Psi=0{,}119$;

h—есть высота земли за устоемъ=6,00 саж.;

γ—вѣсъ куб. саж. земли равный 1000 пуд.;

и v—есть равномѣрно-распредѣленная нагрузка на кв. саж. поверхности земляной призмы, замѣняющая дѣйствіе подвижной нагрузки.



Величина v опредѣляется слѣдующимъ образомъ.

Распоръ земли на устой можетъ быть произведенъ призмой обрушенія, ограниченной угломъ обрушенія:

$$\alpha=\frac{90^0-38^0}{2}=26^0,$$

такъ что вліяніе на распоръ имѣетъ только нагрузка, помѣщающаяся на длинѣ

$$x=htg\alpha=6\times0{,}48773=2{,}93 \text{ саж.}=20{,}51 \text{ фут.}$$

При этомъ, въ невыгоднѣйшемъ положеніи помѣщаются четыре оси одного паровоза, такъ что наибольшая нагрузка будетъ:

$$p=4\times763=3052 \text{ пуд.}$$

Нагрузка эта передается площади призмы обрушенія, при ширинѣ насыпи 2,40 саж.

$$\omega=2{,}40\times2{,}93=7{,}03 \text{ кв. саж.}$$

Нагрузка на кв. саж. $v=\frac{3052}{7{,}03}=434$ пуд.

Подставляя эти величины въ формулу Σ, получимъ наибольшій горизонтальный распоръ на погонную сажень:

$$\Sigma = 0{,}119 \times 6(1000 \times 6 + 2 \times 434) = 4904 \text{ пуд.}$$

Плечо распора относительно ребра A:

$$e = h\frac{\gamma h + 3v}{3\gamma h + 6v} = 6 \times \frac{1000 \times 6 + 3 \times 434}{3 \times 1000 \times 6 + 6 \times 434} = 2{,}13 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2 = \Sigma \times e = 4904 \times 2{,}13 = 10446 \text{ пуд.-саж.}$$

Слѣдовательно:

Коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія около ребра A:

$$m_1 = \frac{M_1}{M_2} = \frac{24561}{10446} = 2{,}35$$

и коэффиціентъ устойчивости на скольженіе по плоскости AB, принимая коэффиціентъ тренія $f = 0{,}7$

$$m_2 = \frac{f \times P}{\Sigma} = \frac{0{,}7 \times 17794}{4904} = 2{,}54.$$

Въ дѣйствительности эти коэффиціенты будутъ бо́льшими, такъ какъ при высотѣ земли за устоемъ болѣе 3,50 саж., не слѣдуетъ принимать во вниманіе временной нагрузки, — т. е., полагая $v = 0$ (Курсъ мостовъ *Николаи*),

получимъ:

Распоръ земли на одну пог. сажень

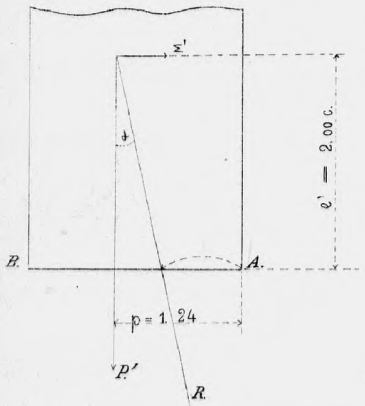
$$\Sigma' = \Psi\gamma h^2 = 0{,}119 \times 1000 \times 6^2 = 4284 \text{ пуд.}$$

Плечо распора относительно ребра A:

$$e' = \frac{h}{3} = \frac{6}{3} = 2{,}00 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M'_2 = \Sigma' \times e' = 4284 \times 2 = 8568 \text{ пуд.-саж.}$$



Коэффиціентъ устойчивости *):

1) противъ вращенія

$$m'_1 = \frac{M_1}{M'_2} = \frac{24561}{8568} = 2{,}87;$$

2) на скольженіе

$$m'_2 = \frac{0{,}7 \times 17794}{4284} = 2{,}91.$$

Для удовлетворенія условія прохожденія равнодѣйствующей силъ Σ' и P' въ средней трети ширины основанія устоя, необходимо, чтобы разстояніе точки пересѣченія этой равнодѣйствующей съ линіею AB отъ ребра A было болѣе $\frac{AB}{3}$, т. е.

$$x > \frac{AB}{3} = \frac{2{,}00}{3} = 0{,}67 \text{ саж.}$$

*) Вѣсъ моста не принятъ во вниманіе, что послужитъ въ пользу устойчивости.

91

Изъ чертежа имѣемъ:

$$x = 1{,}24 - e' tg\alpha, \text{ гдѣ:}$$

e' — плечо распора $= 2{,}00$ саж.

$$tg\alpha = \frac{\Sigma'}{P'} = \frac{4284}{22279} = 0{,}192.$$

P' — вѣсъ устоя со включеніемъ вѣса моста и подвижной нагрузки на одну погон. сажень

$$\text{и } x = 1{,}24 - 2 \times 0{,}192 = 0{,}856 \text{ саж.} > \frac{AB}{3} = 0{,}67 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно, условіе относительно прохожденія равнодѣйствующей въ средней трети соблюдено.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Сардаровъ.*

На утвержденномъ проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію Марта 28 дня 1894 г. съ тѣмъ, чтобы:

1) Подошва основанія береговыхъ опоръ была опущена до отмѣтки 58.16, что вызываетъ излишнее углубленіе кессона противъ предвидѣннаго проектомъ на 0,50 сажени, и

2) Родъ основанія и глубина заложенія подошвы фундамента каменныхъ стѣнокъ, сопрягающихъ береговыя опоры съ насыпью, были опредѣлены на мѣстѣ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

Копія (съ копіи) отношенія Д-та ж. дорогъ отъ 14/16 Мая 1894 года за № 8401, Г. Инспектору по сооруженію новыхъ линій.

При разсмотрѣніи представленныхъ при донесеніи Вашего Высокородія отъ 13 Апрѣля с./г. за № 1506, копій утвержденныхъ Вами расчета отверстія и проекта опоръ моста чрезъ р. Идолгу, на 31 верстѣ Аткарско-Баландинской линіи, Департаментъ ж.ж. дорогъ имѣетъ честь сообщить къ исполненію, что согласно докладу отъ 12 Мая с./г. за № 1082 требуется, чтобы утвердительная надпись на проектѣ была дополнена слѣдующимъ:

1) обрѣзъ въ передней части береговаго устоя оставить безъ измѣненія, т. е. принять равнымъ 0,25 саж., а въ задней его части довести кладку до края обшивки кессона, вслѣдствіе чего подошва верха передней части устоя будетъ имѣть толщину 1,75 саж. вмѣсто 1,50 саж., а верхняя часть устоя выше подферменной площадки будетъ имѣть толщину 1,00 саж.—вмѣсто 0,75 саж.;

2) заднюю часть береговаго устоя отдѣлить отъ передней его части дюймовыми досками, чтобы такимъ образомъ задняя часть устоя могла имѣть осадку независимую отъ передней его части;

и 3) задней части устоя придать толщину по верху 0,35 сажени, уширивъ при этомъ подошву основанія сей части устоя на 0,25 саж. Подписалъ: За Директора Бѣлинскій. Скрѣпилъ: Дѣлопроизводитель Деминъ. Вѣрно: Дѣлопроизводитель Инспекціи (подписалъ) С. Кантъ.

Съ копіями вѣрно:
Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

Расчетъ сей разсмотрѣлъ и призналъ правильнымъ.—Примѣненіе, указанное на эскизѣ, приложенномъ къ настоящему расчету типа, для постройки моста чрезъ р. Жилую Рельню, признается правильнымъ съ тѣмъ, чтобы проектъ устройства ледорѣзовъ, передъ опорами означеннаго моста, былъ представленъ особо на утвержденіе Инспекціи. Іюня 30 дня 1894 года. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ. Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

Согласно отношенія Г. Инспектора № 2014 отъ 6-го Октября 1894 г. разрѣшено примѣнить для ледорѣзовъ моста типъ, утвержденный Г. Инспекторомъ 7 Мая 1893 г. № 662 для быковъ о 8-ми сваяхъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

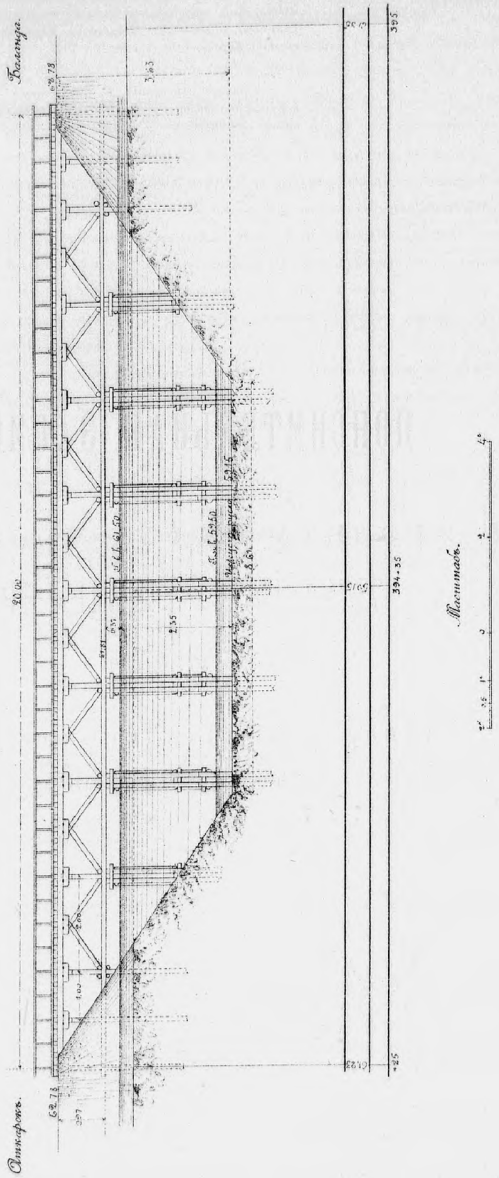
къ проекту моста чрезъ рѣку ЖИЛУЮ РЕЛЬНЮ,

на 45 верстѣ

Аткарскъ-Баландинской линіи
(у селенія Графчино).

САРАТОВЪ ТИПО-ЛИТОГР. И. С. СОКОРИТОВА

Общій видъ моста на р. Жилой Рельнѣ,
на 45 вер. Аткарскъ-Баландинской линіи.



РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку ЖИЛУЮ РЕЛЬНЮ,

на 45 верстѣ

линіи Аткарскъ — Баланда (у селенія Графчино).

Данныя на мѣстѣ перехода:

1) Площадь бассейна до д. Графчино, измѣренная по 10-ти верст. картѣ . . . . . 222 кв. вер.

2) Горизонтъ высокихъ водъ Жилой Рельни . . 61,50.

3) Горизонтъ меженнихъ водъ:

а) подпертыхъ плотиною 60,60;

б) свободныхъ отъ подпора . . . . . 59,50.

4) Горизонтъ дна рѣки . . . . . 59,15.

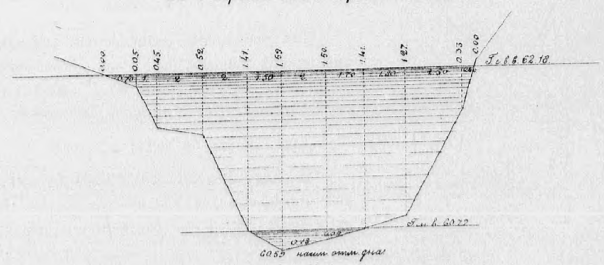
5) Наибольшая скорость, наблюдаемая въ Апрѣлѣ 1893 г., при горизонтѣ водъ 60,00 была равна $2^5/_8$ фут. . . . . = 0,378 саж.

6) Уклонъ весеннихъ водъ р. Жилой Рельни. . 0,00034.

Ниже моста, въ разстояніи 5 саж. отъ линіи перехода, находится плотина. Такъ какъ предполагается спрямленіе русла, причемъ плотина будетъ уничтожена, то вліяніе плотины на расходъ воды не принято во вниманіе при расчетѣ отверстія моста.

Живое сѣченіе для опредѣленія расхода взято на 4 версты выше линіи перехода, такъ какъ въ мѣстѣ перехода пойма р. Жилой Рельни сливается съ поймой р. Медвѣдицы, а потому опредѣлить живое сѣченіе р. Жилой Рельни, въ мѣстѣ перехода, не было возможности.

Живое сѣченіе рѣки Жилой Рельни
на 4 версты выше перехода линіи.



Площадь живого сѣченія:

$$\omega=\frac{0,7\times0,05}{2}+\frac{0,45+0,05}{2}\times1+\frac{0,52+0,45}{2}\times2+\frac{0,52+1,41}{2}\times$$
$$\times2+\frac{1,41+1,59}{2}\times1,5+\frac{1,59+1,50}{2}\times2+\frac{1,50+1,41}{2}\times$$
$$\times1,70+\frac{1,41+1,27}{2}\times1,8+\frac{1,27+0,33}{2}\times2,5+\frac{0,33\times0,4}{2}=$$
$$=0,018+0,25+0,97+1,93+2,25+3,09+2,473+2,412+$$
$$+2+0,066=15,46 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=\sqrt{0,7^2+0,05^2}+\sqrt{1^2+0,40^2}+\sqrt{2^2+0,07^2}+\sqrt{2^2+0,89^2}+$$
$$+\sqrt{1,5^2+0,18^2}+\sqrt{2^2+0,09^2}+\sqrt{1,7^2+0,09^2}+\sqrt{1,8^2+0,14^2}+$$
$$+\sqrt{2,5^2+0,94^2}+\sqrt{0,4^2+0,33^2}=0,702+1,08+2+2,19+$$
$$+1,51+2+1,70+1,805+2,67+0,518=16,18 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R=\frac{15,46}{16,18}=0,955 \text{ саж.}=2,04 \ mtr.$$

Принимая въ формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а $n=0,025$, найдемъ:

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00034}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00034}\right)\frac{0,025}{\sqrt{2,04}}}=45,66;$$

$$v=45,66\sqrt{2,04\times0,00034}=1,20 \ mtr.=0,563 \text{ саж.}$$

Расходъ воды въ Жилой Рельнѣ:

$$Q=\omega\times v=15,46\times0,563=8,71 \text{ куб. саж.}$$

Такъ какъ буреніемъ выяснено, что въ мѣстѣ предполагаемаго спрямленія русла грунтъ глинистый съ небольшой примѣсью песку и камешковъ, то можно допустить по дну скорость 5′, которой по *Дюбуа*, соотвѣтствуетъ средняя скорость:

$$v=5\times1,33=6,65 \text{ фут.}=0,95 \text{ саж.}$$

Принимая коэффиціентъ сжатія струи $\mu=0,90$, получимъ площадь пропускного отверстія:

$$\Omega=\frac{Q}{\mu\times v}=\frac{8,71}{0,90\times0,95}=10,18 \text{ кв. саж.}$$

Для доставленія исчисленной площади предполагается устроить, при высотѣ насыпи 3,63 саж., *деревянный мостъ съ 8-ю пролетами подкосной системы по 2 саж. и 4-мя пролетами балочной системы по 1 саж., по утвержденнымъ типамъ.*

Длина моста по верху=20 саж.

Въ виду ледохода на Жилой Рельнѣ, опоры моста чрезъ послѣднюю предполагается оградить ледорѣзами. При отмѣткѣ дна искусственнаго русла 59,15 саж. величина площади пропускного отверстія, за

вычетомъ проекцій свай, будетъ, при наибольшей глубинѣ рѣки подъ мостомъ, 2,35 саж.:

$$\Omega=\frac{8,61+(8,61+3\times2,35)}{2}\times2,35-7\times2\times0,125\times2,35=28,52-$$
$$-4,21=24,31 \text{ кв. саж.},$$

что болѣе чѣмъ въ два раза превосходитъ необходимую площадь пропускного отверстія=10,18 кв. саж.

Достаточность полученной площади живого сѣченія подтверждается и данными циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 11 Ноября 1877 г. за № 11230. А именно, по таблицѣ Инженера *Бѣлинскаго*, необходимая площадь живого сѣченія подъ мостомъ:

$$222\times0,06=13,32 \text{ кв. саж.},$$

что опять гораздо менѣе принятой въ проектѣ.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Составлялъ Инженеръ-Технологъ *В. Цывинскій.*

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Къ проекту, утвержденному Г. Министромъ 29 Октября 1894 г. по журналу Инженернаго Совѣта за № 168.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки (стр. 18).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку МЕДВѢДИЦУ,

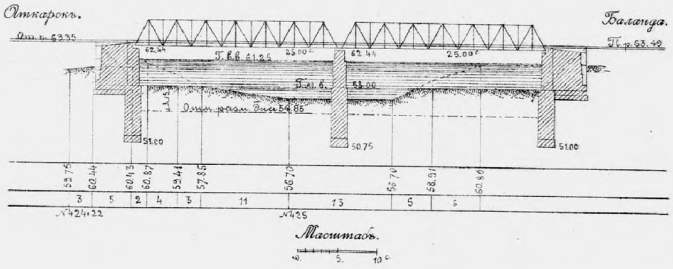
на 48 верстѣ

Аткарско-Баландинской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. ФЕОФРИТОВА.

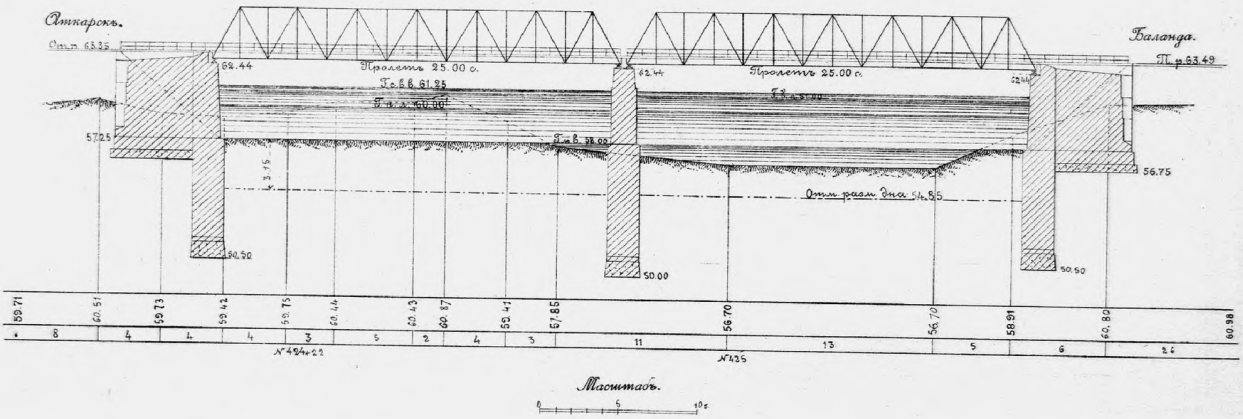
Общій видъ моста чрезъ р. Медвѣдицу,

на 48 верстѣ Аткарско-Баландинской линіи.



Общій видъ моста

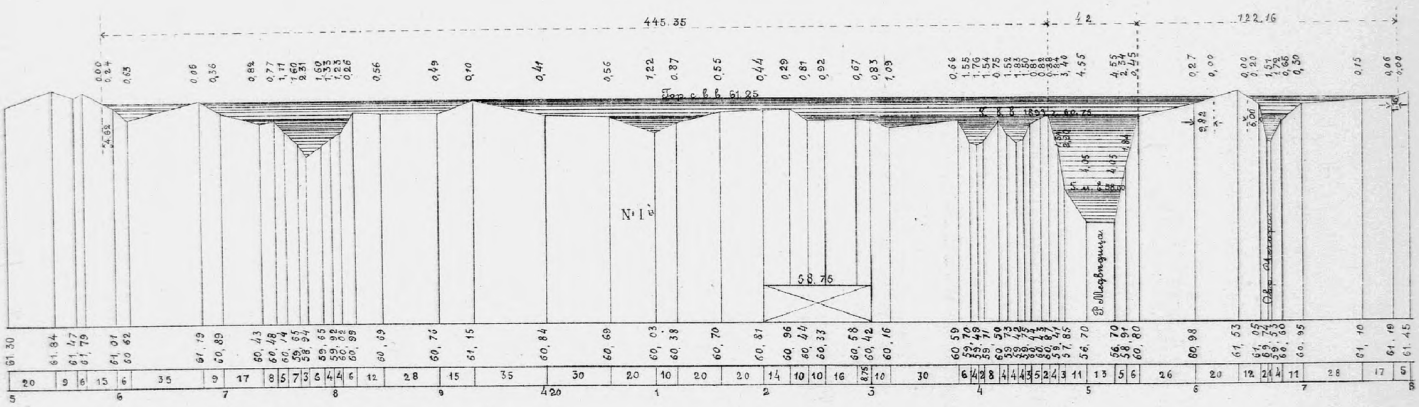
съ измѣненіями согласно требованій Инженернаго Совѣта.



Живое сѣченіе р. Медвѣдицы и поймы

по оси моста

№ I.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку **МЕДВѢДИЦУ**,

на 48 верстѣ

Аткарско-Баландинской линіи.

I. Опредѣленіе отверстія моста.

Для опредѣленія расхода рѣки Медвѣдицы сняты на мѣстѣ два живыхъ сѣченія — одно по оси проектируемаго моста, другое — въ 100 саж. ниже послѣдняго по теченію.

Изысканія, произведенныя въ 1893 году, дали слѣдующіе результаты, въ живомъ сѣченіи по оси моста:

1) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ по показанію старожиловъ . . . . . = 61,25 саж.

2) Горизонтъ высокихъ водъ 1893 г. . . . . = 60,75 „

3) Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . = 58,00 „

4) Наименьшая отмѣтка дна рѣки . . . . . = 56,70 „

5) Средняя скорость на поверхности въ главномъ руслѣ, измѣренная во время весеннихъ водъ 1893 года, при отмѣткѣ 60,75, равна 0,393 саж.; соотвѣтствующая средняя скорость всего сѣченія, по *Вейсбаху:*

$$v_0 = 0{,}393 \times 0{,}915 = 0{,}36 \text{ саж.}$$

При горизонтѣ 60,75, имѣемъ:

Живое сѣченіе рѣки Медвѣдицы по оси моста (черт. № 1).

Площадь живого сѣченія главнаго русла:

$$\omega = \frac{3{,}67 \times 1{,}34}{2} + \frac{1{,}34 + 2{,}90}{2} \times 3 + \frac{2{,}90 + 4{,}05}{3} \times 11 + \frac{4{,}05 + 4{,}05}{2} \times$$
$$\times 13 + \frac{4{,}05 + 1{,}84}{2} \times 5 + \frac{1{,}84 \times 5{,}84}{2} = 119{,}79 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = \sqrt{3{,}47^2 + 1{,}34^2} + \sqrt{3^2 + 1{,}56^2} + \sqrt{11^2 + 1{,}15^2} + 13 +$$
$$+ \sqrt{5^2 + 2{,}21^2} + \sqrt{5{,}84^2 + 1{,}84^2} = 42{,}73 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R = \frac{\omega}{p} = \frac{119{,}79}{42{,}73} = 2{,}803 \text{ саж.} = 5{,}98 \textit{ mtr.}$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}030$:

$$c=v\sqrt{Ri},\ \text{гдѣ}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}03}+\frac{0{,}00155}{0{,}00028}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00028}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{5{,}98}}}=45{,}79;$$

$$v'=45{,}79\sqrt{5{,}98\times 0{,}00028}=45{,}79\times 0{,}0409=1{,}873\ mtr.=0{,}87\ \text{саж.}$$

Такая значительная разница между средними скоростями теоретической 0,87 саж. и наблюденной 0,36 саж., при одномъ и томъ же горизонтѣ, указываетъ, или на сомнительность результатовъ наблюденія надъ скоростями рѣки, въ разсматриваемомъ сѣченіи, или же, что принятый уклонъ $i=0{,}00028$ слишкомъ преувеличенъ. Относительно скоростей воды въ главномъ руслѣ р. Медвѣдицы имѣются нѣкоторыя данныя; такъ наблюденія надъ скоростями р. Медвѣдицы, произведенныя въ разное время и въ разныхъ сѣченіяхъ, дали слѣдующіе результаты:

На Тамбово-Камышинской линіи, пересѣкающей рѣку Медвѣдицу ниже, средняя скорость въ главномъ руслѣ опредѣлена въ 1892 году въ 0,398 саж., при $i=0{,}000041$.

Въ сѣченіи по оси моста Аткарско-Вольской линіи, пересѣкающей р. Медвѣдицу выше, наблюденія надъ средними скоростями, произведенныя въ 1893 г., дали для главнаго русла $v_0=0{,}318$ саж., при $i=0{,}00007$.

Такимъ образомъ произведенныя выше данныя указываютъ на надежность результатовъ измѣренія скоростей въ разсматриваемомъ сѣченіи, почему вѣроятнѣе предположить, что соотвѣтствующій этой скорости уклонъ $i=0{,}00028$ слишкомъ преувеличенъ.

Какъ видно изъ вышеприведеннаго расчета, формула *Ganguillet* и *Kutter*'а, при $n=0{,}03$, даетъ при горизонтѣ 60,75 среднюю скорость $v_0=0{,}87$ саж., между тѣмъ наблюденная средняя скорость, при томъ же горизонтѣ равна 0,36 саж.

Отсюда отношеніе между этими скоростями:

$$\beta=\frac{0{,}36}{0{,}87}=0{,}42.$$

Допуская, что тоже отношеніе между скоростями теоретической и дѣйствительной будетъ имѣть мѣсто при всякомъ горизонтѣ, переходимъ къ опредѣленію расхода, соотвѣтствующаго наивысшему горизонту, при отмѣткѣ 61,25.

При горизонтѣ 61,25, имѣемъ:

Главное русло (черт. № I). Ширина по урѣзу 42 саж.

Площадь живого сѣченія по оси моста:

$$\Omega_1=\frac{0{,}38+1{,}84}{2}\times 4+\frac{1{,}84+3{,}40}{2}\times 3+\frac{3{,}40+4{,}55}{2}\times 11+$$
$$+\frac{4{,}55+4{,}55}{2}\times 13+\frac{4{,}55+2{,}34}{2}\times 5+\frac{2{,}34+0{,}45}{2}\times 6=$$
$$=140{,}77\ \text{кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=43{,}74\ \text{саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{140{,}77}{43{,}74}=3{,}218\ \text{саж.}=6{,}864\ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}03$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i},\ \text{гдѣ}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}03}+\frac{0{,}00155}{0{,}00028}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00028}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{6{,}864}}}=$$
$$=46{,}59;$$

$$v_1=46{,}59\sqrt{6{,}864\times 0{,}00028}=46{,}59\times 0{,}0438=2{,}041\ mtr.=$$
$$=0{,}96\ \text{саж.}$$

Расходъ по главному руслу:

$$Q_1=\Omega_1\times v_1\times\beta=140{,}77\times 0{,}96\times 0{,}42=56{,}76\ \text{куб. саж.}$$

Лѣвая пойма (по черт. № I). Шир. по урѣзу 445,35 саж.

Площадь живого сѣченія по оси моста:

$$\Omega_2=\frac{0{,}24\times 4{,}62}{2}+\frac{0{,}24+0{,}63}{2}\times 6+\frac{0{,}63+0{,}06}{2}\times 35+\frac{0{,}06+0{,}36}{2}\times$$
$$\times 9+\frac{0{,}36+0{,}82}{2}\times 17+\frac{0{,}82+0{,}77}{2}\times 8+\frac{0{,}77+1{,}11}{2}\times 5+$$
$$+\frac{1{,}11+1{,}60}{2}\times 7+\frac{1{,}60+2{,}31}{2}\times 3+\frac{2{,}31+1{,}60}{2}\times 6+$$
$$+\frac{1{,}60+1{,}33}{2}\times 4+\frac{1{,}33+1{,}23}{2}\times 4+\frac{1{,}23+0{,}26}{2}\times 6+$$
$$+\frac{0{,}26+0{,}56}{2}\times 12+\frac{0{,}56+0{,}49}{2}\times 28+\frac{0{,}49+0{,}10}{2}\times 15+$$
$$+\frac{0{,}10+0{,}41}{2}\times 35+\frac{0{,}41+0{,}56}{2}\times 30+\frac{0{,}56+1{,}22}{2}\times 20+$$
$$+\frac{1{,}22+0{,}87}{2}\times 10+\frac{0{,}87+0{,}55}{2}\times 20+\frac{0{,}55+0{,}44}{2}\times 20+$$
$$+\frac{0{,}44+0{,}29}{2}\times 14+\frac{0{,}29+0{,}81}{2}\times 10+\frac{0{,}81+0{,}92}{2}\times 10+$$
$$+\frac{0{,}92+0{,}67}{2}\times 16+\frac{0{,}67+0{,}83}{2}\times 8{,}75+\frac{0{,}83+1{,}09}{2}\times 10+$$
$$+\frac{1{,}09+0{,}66}{2}\times 30+\frac{0{,}66+1{,}55}{2}\times 6+\frac{1{,}55+1{,}76}{2}\times 4+$$
$$+\frac{1{,}76+1{,}54}{2}\times 2+\frac{1{,}54+0{,}75}{2}\times 8+\frac{0{,}75+1{,}52}{2}\times 4+$$
$$+\frac{1{,}52+1{,}83}{2}\times 4+\frac{1{,}83+1{,}50}{2}\times 4+\frac{1{,}50+0{,}81}{2}\times 3+$$
$$+\frac{0{,}81+0{,}82}{2}\times 5+\frac{0{,}82+0{,}38}{2}\times 2=285{,}30\ \text{кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=\sqrt{4,62^2+0,24^2}+\sqrt{6^2+0,39^2}+\sqrt{35^2+0,57^2}+\sqrt{9^2+0,30^2}+$$
$$+\sqrt{17^2+0,46^2}+\sqrt{8^2+0,05^2}+\sqrt{5^2+0,34^2}+\sqrt{7^2+0,49^2}+$$
$$+\sqrt{3^2+0,71^2}+\sqrt{6^2+0,71^2}+\sqrt{4^2+0,27^2}+\sqrt{4^2+0,10^2}+$$
$$+\sqrt{6^2+0,97^2}+\sqrt{12^2+0,30^2}+\sqrt{28^2+0,07^2}+\sqrt{15^2+0,39^2}+$$
$$+\sqrt{35^3+0,31^2}+\sqrt{30^2+0,15^2}+\sqrt{20^2+0,66^2}+\sqrt{10^2+0,35^2}+$$
$$+\sqrt{20^2+0,32^2}+\sqrt{20^2+0,11^2}+\sqrt{14^2+0,15^2}+\sqrt{10^2+0,52^2}+$$
$$+\sqrt{10^2+0,11^2}+\sqrt{16^2+0,25^2}+\sqrt{8,75^2+0,16^2}+$$
$$+\sqrt{10^2+0,26^2}+\sqrt{30^2+0,43^2}+\sqrt{6^2+0,89^2}+\sqrt{4^2+0,21^2}+$$
$$+\sqrt{2^2+0,22^2}+\sqrt{8^2+0,79^2}+\sqrt{4^2+0,87^2}+\sqrt{4^2+0,31^2}+$$
$$+\sqrt{4^2+0,33^2}+\sqrt{3^2+0,69^2}+\sqrt{5^2+0,01^2}+\sqrt{2^2+0,44^2}+$$
$$+0,38=446,38.$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{285,30}{446,38}=0,639 \text{ саж.}=1,363 \textit{ mtr.}$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00028}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00028}\right)\frac{0,03}{\sqrt{1,363}}}=$$
$$=36,18;$$

$$v_2=36,18\sqrt{1,363\times 0,00028}=36,18\times 0,019=0,688 \textit{ mtr.}=0,32 \text{ саж.}$$

Расходъ по лѣвой поймѣ:

$$Q_2=\Omega_2\times v_2\times\beta=285,30\times 0,32\times 0,42=38,35 \text{ куб. саж.}$$

Правая пойма (по черт. № 1).

Шир. по урѣзу 122,16 саж.

Площадь живого сѣченія по оси моста:

$$\Omega_3=\frac{0,45+0,27}{2}\times 26+\frac{0,27\times 9,82}{2}+\frac{0,20\times 6}{2}+\frac{0,20+1,51}{2}\times 2+$$
$$+\frac{1,51+1,72}{2}\times 1+\frac{1,72+0,65}{2}\times 4+\frac{0,65+0,30}{2}\times 11+$$
$$+\frac{0,30+0,15}{2}\times 28+\frac{0,15+0,06}{2}\times 17+\frac{0,06\times 1,16}{2}=$$
$$=32,696 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_3=123,17 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_3=\frac{\Omega_3}{p_3}=\frac{32,696}{123,17}=0,27 \text{ саж.}=0,576 \textit{ mtr.}$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$:

$$v_3=c_3\sqrt{R_3 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_3=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_3}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00028}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00028}\right)\frac{0,03}{\sqrt{0,576}}}=$$
$$=29,75;$$

$$v_3=29,75\sqrt{0,576\times 0,00028}=29,75\times 0,0127=0,378 \textit{ mtr.}=$$
$$=0,18 \text{ саж.}$$

Расходъ по правой поймѣ:

$$Q_3=\Omega_3\times v_3\times\beta=32,696\times 0,18\times 0,42=2,474 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ полный расходъ р. Медвѣдицы, соотвѣтствующій наивысшему горизонту при отмѣткѣ 61,25, есть:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=56,76+38,35+2,48=97,59 \text{ куб. саж.}$$

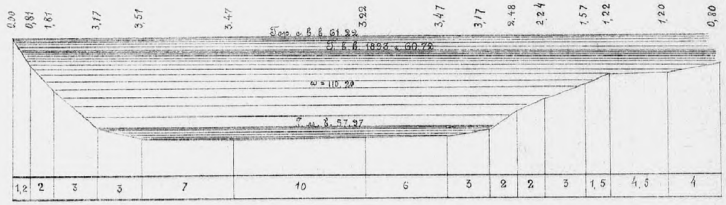
Далѣе, найдемъ расходъ рѣки Медвѣдицы при наивысшемъ горизонтѣ 61,22, по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, въ живомъ сѣченіи, снятомъ на 100 саж. ниже моста, принимая уклонъ $i=0,00028$.

Главное русло.

Шир. по урѣзу 52,20 саж.

При наивысшемъ горизонтѣ 61,22, имѣемъ:

Живое сѣченіе главнаго русла р. Медвѣдицы въ 100 саженяхъ ниже моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=110,20+51\times 0,50+\frac{1,20+0,46}{2}\times 0,50=136,12 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=52,70+\sqrt{0,50^2+0,74^2}+0,50=54,08 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{136,12}{54,08}=2,517 \text{ саж.}=5,37 \textit{ mtr.}$$

Принимая для горизонта 61,25 уклонъ $i=0,00028$, наблю-

денный при отмѣткѣ 60,75, имѣемъ среднюю скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}03$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i},\ \text{гдѣ}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}03}+\frac{0{,}00155}{0{,}00028}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00028}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{5{,}37}}}=43{,}13;$$

$$v_1=45{,}13\sqrt{5{,}37\times 0{,}00028}=1{,}76\ mtr.=0{,}82\ \text{саж.}$$

Расходъ по главному руслу:

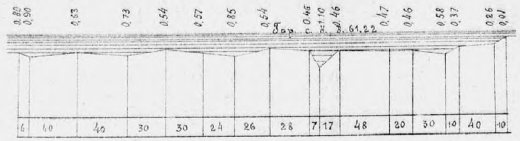
$$Q_1=\Omega_1\times v_1=136{,}12\times 0{,}82=111{,}62\ \text{куб. саж.}$$

Пойма (№ 1).

Шир. по урѣзу 406 саж.

Живое сѣченіе поймы

въ 110 саж. ниже моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2=\frac{0{,}80+0{,}90}{2}\times 6+\frac{0{,}90+0{,}63}{2}\times 40+\frac{0{,}63+0{,}73}{2}\times 40+$$
$$+\frac{0{,}73+0{,}54}{2}\times 30+\frac{0{,}54+0{,}57}{2}\times 30+\frac{0{,}57+0{,}85}{2}\times 24+$$
$$+\frac{0{,}85+0{,}54}{2}\times 26+\frac{0{,}54+0{,}46}{2}\times 28+\frac{0{,}46+1{,}10}{2}\times 7+$$
$$+\frac{1{,}10+0{,}46}{2}\times 17+\frac{0{,}46+0{,}47}{2}\times 48+\frac{0{,}47+0{,}46}{2}\times 20+$$
$$+\frac{0{,}46+0{,}58}{2}\times 30+\frac{0{,}58+0{,}37}{2}\times 10+\frac{0{,}37+0{,}26}{2}\times 40+$$
$$+\frac{0{,}26+0{,}01}{2}\times 10=222{,}35\ \text{кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=406{,}04+0{,}80=406{,}84\ \text{саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{222{,}35}{406{,}84}=0{,}547\ \text{саж.}=1{,}165\ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}03$:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i},\ \text{гдѣ}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}03}+\frac{0{,}00155}{0{,}00028}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00028}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}165}}}=34{,}40;$$

$$v_2=34{,}40\sqrt{1{,}165\times 0{,}00028}=0{,}619\ mtr.=0{,}29\ \text{саж.}$$

Расходъ по поймѣ № 1:

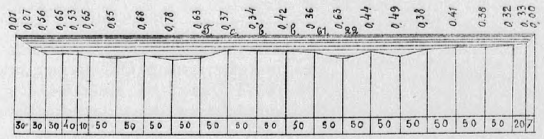
$$Q_2=\Omega_2\times v_2=222{,}35\times 0{,}29=64{,}48\ \text{куб. саж.}$$

Пойма (№ 2).

Ширина по урѣзу 917 саж.

Живое сѣченіе поймы

въ 100 саж. ниже моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_3=\frac{0{,}01+0{,}27}{2}\times 30+\frac{0{,}27+0{,}56}{2}\times 30+\frac{0{,}56+0{,}65}{2}\times 30+$$
$$+\frac{0{,}65+0{,}53}{2}\times 40+\frac{0{,}53+0{,}65}{2}\times 10+50\left(\frac{0{,}65}{2}+0{,}85+\right.$$
$$+0{,}68+0{,}78+0{,}63+0{,}37+0{,}34+0{,}42+0{,}36+0{,}63+$$
$$\left.+0{,}44+0{,}49+0{,}38+0{,}41+0{,}38+\frac{0{,}32}{2}\right)+\frac{0{,}32+0{,}33}{2}\times$$
$$\times 20+\frac{0{,}33\times 7}{2}=454{,}20\ \text{кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_3=917{,}04\ \text{саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_3=\frac{\Omega_3}{p_3}=\frac{454{,}20}{917{,}04}=0{,}495\ \text{саж.}=1{,}06\ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}03$:

$$v_3=c_3\sqrt{R_3 i},\ \text{гдѣ}$$

$$c_3=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_3}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}03}+\frac{0{,}00155}{0{,}00028}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00028}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}06}}}=$$
$$=33{,}34;$$

$$v_3=33{,}34\sqrt{1{,}06\times 0{,}00028}=0{,}573\ mtr.=0{,}27\ \text{саж.}$$

Расходъ по поймѣ № 2:

$$Q_3=\Omega_3\times v_3=454{,}20\times 0{,}27=122{,}63\ \text{куб. саж.}$$

Слѣдовательно, полный расходъ р. Медвѣдицы при наивысшемъ горизонтѣ 61,22:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=111{,}62+64{,}43+122{,}63=298{,}68\ \text{куб. саж.}$$

Въ живомъ сѣченіи р. Медвѣдицы на 100 саж. ниже моста расходъ не можетъ сильно разниться отъ найденной выше величины 97,59 куб. саж. по оси моста, потому что на участкѣ рѣки отъ изслѣдованнаго сѣченія до моста нѣтъ притоковъ.

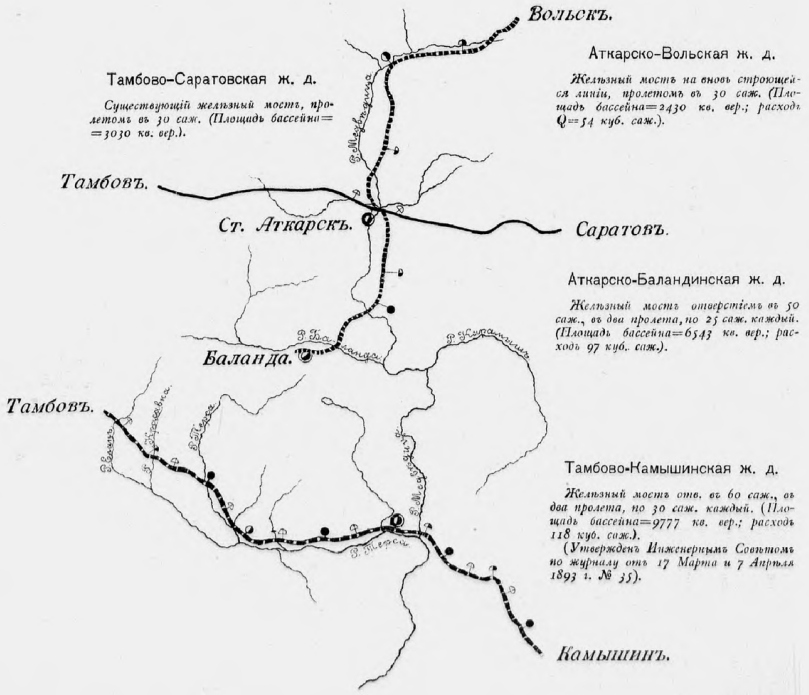
Въ виду этого и отмѣченной ненадежности примѣненія формулы *Ganguillet* и *Kutter*'а, при допущеніи наблюденнаго уклона $i = 0{,}00028$, можно быть увѣреннымъ въ томъ, что исчисленный въ живомъ сѣченіи на 100 саж. ниже моста расходъ въ 298,68 куб. саж. слишкомъ преувеличенъ. Такимъ образомъ, формула *Ganguillet* и *Kutter*'а и въ данномъ случаѣ можетъ быть примѣнена не иначе, какъ опредѣляя коэффиціентъ шероховатости n изъ бытоваго состоянія рѣки, т. е. величина расхода въ разсматриваемомъ сѣченіи будетъ:

$$298{,}68 \times 0{,}42 = 125{,}55 \text{ куб. саж.}$$

Изъ двухъ найденныхъ величинъ расхода р. Медвѣдицы, расходъ соотвѣтствующій сѣченію по оси моста и равный 97,59 куб. саж. болѣе близокъ къ дѣйствительному въ виду того, что на Тамбово-Камышинской ж. д., пересѣкающей р. Медвѣдицу значительно ниже, расходъ опредѣленъ въ 118 куб. саж., между тѣмъ соотвѣтствующая площадь бассейна равна 9777 кв. верстъ, и, кромѣ того, ниже Аткарско-Баландинской линіи р. Медвѣдица принимаетъ въ себя два притока: Баланду и Карамышъ и множество значительныхъ овраговъ.

(См. Пояснительную записку къ проекту моста, утвержденному Инженернымъ Совѣтомъ по журналу отъ 17-го Марта и 7-го Апрѣля 1893 г. № 35).

Съ другой стороны, на Аткарско-Вольской линіи, пересѣкающей рѣку Медвѣдицу немного выше, расходъ исчисленъ въ 55 куб. саж. На основаніи этихъ данныхъ величина расхода въ разсматриваемомъ сѣченіи должна заключаться между 55—118 куб. саж., то есть должна быть около 97 куб. саж., какъ нами опредѣленъ въ сѣченіи по оси моста.



Допустимъ среднюю скорость подъ мостомъ ту, которая соотвѣтствуетъ наблюденной въ главномъ руслѣ, при наивысшемъ горизонтѣ 61,25, именно:

$$v_0 = 0{,}96 \times 0{,}42 = 0{,}41 \text{ саж.}$$

При этой скорости, необходимая площадь пропускного отверстія есть:

$$\Omega' = \frac{Q}{\mu \times v_0} = \frac{97{,}59}{0{,}95 \times 0{,}41} = 250 \text{ кв. саж.}$$

По даннымъ буровой скважины, заложенной на берегу рѣки, съ отмѣтки 56,76, идетъ сплошной слой темносѣрой глины, постоянно въ глубь уплотняющейся, почему скорость по дну подъ мостомъ можетъ быть допущена въ 5 фут. = 0,714 саж.; соотвѣтствующая средняя скорость по *Дюбуа*:

$$v_0 = 0{,}714 \times 1{,}33 = 0{,}95 \text{ саж.}$$

Тогда необходимая площадь отверстія была бы:

$$\frac{Q}{\mu \times v_0} = \frac{97{,}59}{0{,}95 \times 0{,}95} = 109 \text{ кв. саж.}$$

Такимъ образомъ допущенная средняя скорость подъ мостомъ въ 0,41, даетъ значительный излишекъ противъ необходимой площади отверстія, въ виду глинистаго грунта дна. По даннымъ циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 11 Ноября 1877 г. за № 11230, для площади бассейна, найденной по 10-ти верстной картѣ въ 6543 кв. вер., необходимая площадь отверстія есть:

$6543 \times 0{,}03 = 197$ кв. саж., что значительно менѣе принятой въ проектѣ—250 кв. саж.

Перекрываемъ рѣку желѣзнымъ мостомъ о двухъ пролетахъ, по 25 саж. каждый, съ пяздою по низу, на каменныхъ опорахъ.

Достаточность принятаго отверстія въ 50 саж. подтверждается еще и тѣмъ, что на Тамбово-Камышинской ж. д., пересѣкающей р. Медвѣдицу значительно ниже, имѣется желѣзный мостъ, отверстіемъ въ 60 саж. (въ два пролета), утвержденный Инженернымъ Совѣтомъ 17 Марта и 7 Апрѣля 1893 г. Съ другой стороны, на Тамбово-Саратовской ж. дорогѣ, пересѣкающей рѣку Медвѣдицу нѣсколько выше, существуетъ желѣзный мостъ, отверстіемъ въ 30 саж.

Для равномѣрнаго распредѣленія расхода воды чрезъ оба пролета и размыва дна, предположено сдѣлать срѣзку грунта до горизонта меженнихъ водъ, т. е. до отмѣтки 58,00.

Полученная, такимъ образомъ, площадь пропускного отверстія равна 162 кв. саж.

Недостающую площадь 250—162=88 кв. саж. предположено доставить размывомъ дна до глубины, при допущеніи равномѣрнаго размыва, опредѣляемой изъ уравненія:

$$88=50\times h, \text{ откуда}$$

величина размыва $h=\frac{88}{50}=1{,}76$ саж., считая отъ горизонта меженнихъ водъ.

Нѣсколько большая величина получится въ случаѣ неравномѣрнаго размыва дна, исходя изъ того положенія, что отношеніе между наибольшею глубиною послѣ размыва h'_{max} и среднею глубиною послѣ размыва h'_0—тоже, что и до размыва, т. е.:

$$\frac{h'_{max}}{h'_0}=\frac{h_{max}}{h_0},$$

$$\text{но } \frac{h_{max}}{h_0}=\frac{l\times 4{,}55}{145{,}75}=\frac{50\times 4{,}55}{145{,}75}=1{,}56 \text{ саж.},$$

и наибольшая глубина послѣ размыва:

$$h'_{max}=h'_0\times 1{,}56=\frac{205}{50}\times 1{,}56=6{,}40 \text{ саж.},$$

гдѣ 205 кв. саж. есть необходимая площадь отверстія въ 250 кв. саж., при допущенной скорости въ 0,41 саж., за вычетомъ площади срѣзаннаго грунта, равной 45 кв. саж. и неподлежащей размыву.

Слѣдовательно, наибольшій размывъ, считая отъ самой пониженной точки дна рѣки будетъ:

$$h'_{max}-h_{max}=6{,}40-4{,}55=1{,}85 \text{ саж.},$$

или 3,15 саж. отъ горизонта меженнихъ водъ.

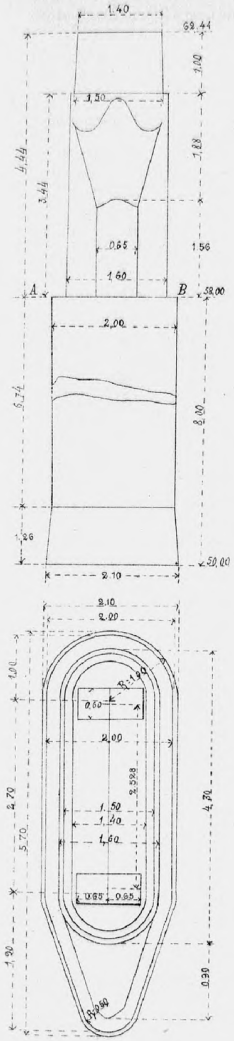
Отмѣтка размытаго дна=54,85.

II. Расчетъ опоръ.

Береговыя опоры предположено составить каждую изъ двухъ частей, изъ которыхъ одна часть, обращенная къ рѣкѣ, должна имѣть видъ быка, заложеннаго на кессонѣ на опредѣленной ниже глубинѣ, а другая часть, прилегающая къ насыпи, должна представлять стѣнку изъ каменной кладки, предназначенную лишь для принятія давленія насыпи и заложенную на меньшей глубинѣ.

Переднія стѣнки береговыхъ опоръ и быкъ предположено заложить на кессонахъ въ виду того, что шпунтовые ряды не оградятъ котлованъ отъ сильной фильтраціи и засасыванія пескомъ, содержащимся въ значительномъ количествѣ въ верхнихъ слояхъ грунта подъ проектируемымъ мостомъ, какъ это показали непосредственныя наблюденія при вырытіи ямъ для буровыхъ скважинъ.

Быкъ съ ледорѣзомъ.



Опредѣленіе глубины заложенія быка съ ледорѣзомъ.

Необходимую глубину заложенія быка находимъ по формулѣ *Паукера:*

$$h=h'tg^4\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right),$$

гдѣ:

φ^0—уголъ естественнаго откоса земли, равный 30^0,

h'—высота песчанаго столба, замѣняющаго собою сооруженіе.

При предполагаемой глубинѣ заложенія быка въ 8,00 саж. отъ горизонта меженнихъ водъ, имѣемъ:

1) Вѣсъ подвижной нагрузки $25\times 7\times 102$ . . = 17850 пуд.

2) Вѣсъ проѣзжей части $25\times 7\times 10$ . . . . . = 1750 „

3) Опорное давленіе двухъ фермъ . . . . . = 9094 „

4) Вѣсъ быка съ ледорѣзомъ:

$$1300\left[\frac{10{,}27+9{,}58}{2}\times 1{,}26+9{,}58\times 6{,}74+\left(2{,}70\times 1{,}60+\right.\right.$$
$$\left.+\frac{\pi(1{,}60)^2}{4}\right)\times 3{,}44+\left(2{,}70\times 1{,}50+\frac{\pi(1{,}50)^2}{4}+2{,}70\times\right.$$
$$\left.\left.\times 1{,}40+\frac{\pi(1{,}40)^2}{4}\right)\times\frac{1{,}00}{2}\right]=1300\times 104{,}41=135733 \text{ „}$$

Всего . . . 164427 пуд.

Высота h' песчанаго столба, эквивалентная вѣсу быка съ пролетною частью и подвижной нагрузкой:

$$h'=\frac{164427}{1000\times 10{,}27}=16{,}01 \text{ саж.},$$

гдѣ:

вѣсъ кубической сажени песку принятъ въ 1000 пуд.:

10,27 кв. саж.—площадь основанія кессона.

Далѣе, при $\varphi^0=30^0$, имѣемъ:

$$tg^4\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right)=tg^4 30^0=0{,}11.$$

Слѣдовательно, расчетная глубина заложенія быка:

$$h=16{,}01\times 0{,}11=1{,}76 \text{ саж.}$$

При наибольшемъ размывѣ дна въ 3,15 саж. отъ горизонта меженнихъ водъ, необходимая глубина заложенія отъ того-же горизонта будетъ:

$$1{,}76+3{,}15=4{,}91 \text{ саж.}$$

Мы же опускаемъ на глубину 8,00 саж. отъ горизонта межени, что слѣдуетъ считать достаточнымъ, такъ какъ коэффиціенты устойчивости быка будутъ:

1) *до размыва:*

$$m_1=\frac{8,00-1,30}{1,76}=3,81;$$

2) *послѣ размыва:*

$$m_2=\frac{8,00-3,15}{1,76}=2,76.$$

Опредѣленіе давленія быка на каменную кладку и грунтъ.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составится изъ:

1) Вѣса быка до плоскости AB:

$$1300\left[\left(2,70\times 1,60+\frac{\pi(1,60)^2}{4}\right)\times 3,44+\left(2,70\times 1,50+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{\pi(1,50)^2}{4}+2,70\times 1,40+\frac{\pi(1,40)^2}{4}\right)\times\frac{1,00}{2}\right]=$$

$=27,34\times 1300$ . . . . . $=35542$ пуд.

2) Вѣса пролетной части и подвижной нагрузки:

$17850+1750+9094$ . . . . . $=28694$ „

Всего . . . 64236 пуд.

Давленіе это передается на площадь $\left(2,70\times 1,60+\frac{\pi(1,60)^2}{4}\right)\times$ $\times 0,84^2=44665$ (дм.)^2 съ силою:

$$\frac{64236}{44665}=1,44\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}<3\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2},$$

такъ что прокладного ряда не требуется.

Давленіе на грунтъ составляется изъ:

1) предыдущаго . . . . . 64236 пуд.

2) остальной кладки . . . . . 100191 „

Всего . . 164427 пуд.

Давленіе это передается на площадь $10,27\times 84^2=72465$ (дм.)^2 съ силою:

$$\frac{164427}{72465}=2,27\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2},$$

что допустимо для плотной глины.

Въ дѣйствительности давленіе на грунтъ будетъ значительно менѣе, если принять во вниманіе потерю вѣса вслѣдствіе тренія.

Подобнымъ же образомъ, для устоевъ, имѣющихъ форму быковъ безъ ледорѣзовъ, имѣемъ:

Вѣсъ быка:

$$P=1300\left[\frac{9,14+8,52}{2}\times 1,26+8,52\times 6,24+\frac{1,50+1,30}{2}\times 4,44\times\right.$$

$$\left.\times 4,00+0,65\times 0,91\times 4,00\right]=91,53\times 1300=118989 \text{ пуд.}$$

Нагрузка на основаніе составится изъ:

1) 1/2 вѣса подвижной нагрузки $\frac{17850}{2}$ . . . = 8925 пуд.

2) 1/2 „ проѣзжей части $\frac{1750}{2}$ . . . . . = 875 „

3) 1/2 „ фермы $\frac{9094}{2}$ . . . . . = 4547 „

4) „ быка . . . . . =118989 „

Всего . . 133336 пуд.

Высота h' песчанаго столба, эквивалентная вѣсу быка съ пролетною частью и подвижною нагрузкою:

$$h'=\frac{133336}{1000\times 9,14}=14,59 \text{ саж.},$$

гдѣ:

9,14 кв. саж. площадь основанія кессона.

Слѣдовательно, расчетная глубина заложенія:

$$h=h'tg^4\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right)=14,59\times 0,11=1,61 \text{ саж.}$$

При исчисленномъ выше размывѣ грунта въ 3,15 саж. отъ горизонта меженнихъ водъ, необходимая глубина заложенія отъ того же горизонта есть: $1,61+3,15=4,76$ саж.

Мы же опускаемъ на глубину 7,50 саж. отъ горизонта меженнихъ водъ, что слѣдуетъ считать достаточнымъ, такъ какъ коэффиціенты устойчивости быка:

1) *до размыва:*

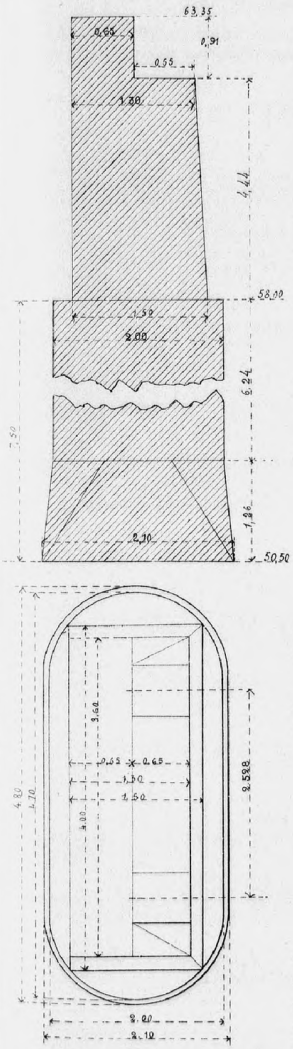
$$m_1=\frac{7,50-1,30}{1,61}=3,85:$$

2) *послѣ размыва:*

$$m_2=\frac{7,50-3,15}{1,61}=2,70.$$

Для Аткарскаго устоя размѣръ кессона взятъ $2,20\times 4,30$, вмѣсто $2,10\times 4,80$ саж. для того, чтобы можно было воспользоваться кессономъ, предназначавшимся для Лебедянскаго устоя моста чрезъ рѣку Сосну, но не употребленнымъ въ дѣло. Размѣры Аткарскаго устоя почти одинаковы съ вышеприведеннымъ,—почему расчетъ глубины заложенія его здѣсь не приведенъ.

Быкъ безъ ледорѣза.



Опредѣленіе глубины заложенія основанія подъ заднюю стѣнку береговыхъ устоевъ.

Вѣсъ кладки, сопрягающей устой съ берегомъ:

$P=1300(2{,}20\times4{,}85\times5{,}35+2{,}40\times1{,}25\times4{,}95)=$
$=1300\times71{,}93$ . . . . . $=93509$ пуд.

Вѣсъ паровоза, стоящаго подъ устоемъ . . . . $=3050$ „

Слѣдовательно, все давленіе на основаніе $93509+$
$+3050$ . . . . . $=96559$ пуд.

Наименьшая глубина заложенія, обезпечивающая сооруженіе отъ выпиранія грунта, по *Паукеру*:

$$h=h'tg^4\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right),$$

при $\varphi^0=30^0$,

$$tg^4\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right)=0{,}11.$$

Приведенная къ матеріалу грунта нагрузка:

$$h'=\frac{96559}{1000\times9{,}48}=10{,}18 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно, $h=10{,}18\times0{,}11=1{,}12$ саж.

Принятая наименьшая глубина заложенія 3,00 саж.

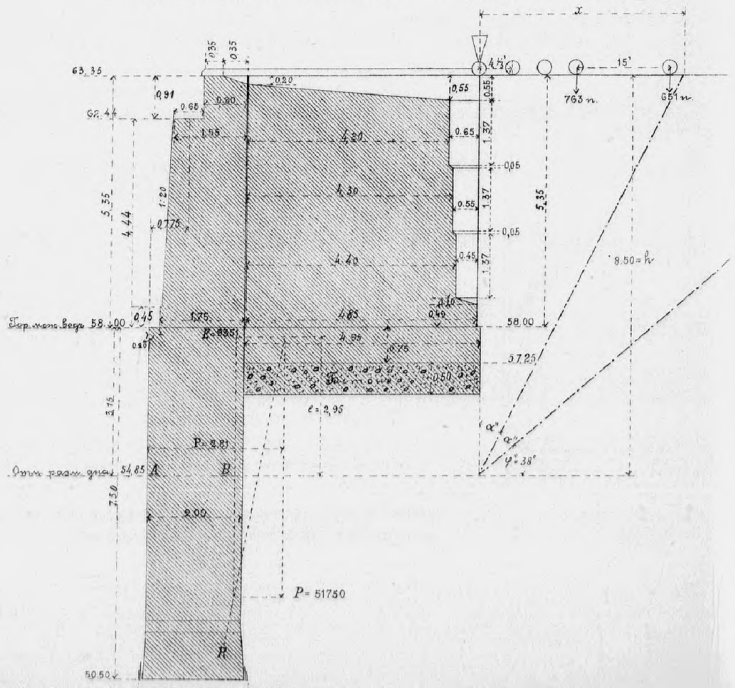
Коэффиціентъ устойчивости:

$$\frac{3{,}00}{1{,}12}=2{,}68.$$

Давленіе на каждую сваю основанія:

$$\frac{96559}{66}=\backsim1463 \text{ пуд.}$$

Повѣрка устойчивости устоевъ противъ вращенія и на скольженіе.



Если допустить, что береговой быкъ вмѣстѣ съ заднею стѣнкою составляютъ одно цѣлое, то въ этомъ предположеніи быкъ будетъ находиться въ условіяхъ обыкновеннаго устоя относительно дѣйствующихъ въ немъ силъ распора земли и вѣса устоя, почему повѣримъ устойчивость устоя противъ вращенія около ребра A и на скольженіе въ плоскости AB, при чемъ сѣченіе AB, относительно котораго производится эта повѣрка совпадаетъ съ поверхностью размытаго дна при отмѣткѣ (54,85).

Такимъ образомъ имѣемъ:

Площадь сѣченія устоя до плоскости AB:

$$\omega=2{,}00\times3{,}15+1{,}55\times4{,}44+\frac{0{,}20\times4{,}44}{2}+0{,}90\times0{,}91+4{,}95\times$$
$$\times0{,}75+4{,}85\times0{,}49+4{,}40\times1{,}47+4{,}30\times1{,}42+4{,}20\times1{,}42+$$
$$+\frac{4{,}20\times0{,}35}{2}=6{,}300+6{,}882+0{,}444+0{,}819+3{,}713+$$
$$+2{,}377+6{,}468+6{,}106+5{,}964+0{,}735=39{,}808 \text{ кв. саж.}$$

Вѣсъ устоя на одну погонную саж., принимая вѣсъ одной куб. саж. кладки $d=1300$ пуд., при чемъ вѣсъ кладки крыльевъ и засыпки не принятъ во вниманіе, что, очевидно, послужитъ въ пользу устойчивости:

$$P=\omega\times d=39{,}808\times1300=51750 \text{ пуд.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A:

$$S=6{,}30\times1{,}00+6{,}882\times1{,}025+0{,}444\times0{,}383+0{,}819\times1{,}55+$$
$$+3{,}713\times4.475+2{,}377\times4{,}425+6{,}468\times4{,}20+6{,}106\times$$
$$\times4{,}15+5{,}964\times4{,}10+0{,}735\times3{,}40=121{,}384 \text{ (саж.)}^3.$$

Моментъ вѣса на одну пог. саж.:

$$M_1=S\times d=121{,}384\times1300=157799 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо момента относительно ребра A:

$$p=\frac{S\times d}{P}=\frac{157799}{51750}=3{,}05 \text{ саж.}$$

Принимая во вниманіе вѣсъ моста и подвижной нагрузки:

$$\text{Плечо } p=\frac{157799+0{,}775\times5978}{51750+5978}=2{,}81 \text{ саж.}$$

Распоръ земли на устой найдемъ по формулѣ:

$$E=\Psi h(\gamma h+2v),$$

гдѣ:

$$\text{при } \varphi^0=38^0, \Psi={}^1/_2tg^2\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right)=0{,}119;$$

h—есть высота земли за устоемъ $=8{,}50$ саж.;

γ—вѣсъ куб. саж. земли, равный 1000 пуд.;

v—равномѣрно распредѣленная нагрузка на кв. саж. поверхности земляной призмы, замѣняющая дѣйствіе подвижной нагрузки.

Величина v опредѣлится слѣдующимъ образомъ:

Распоръ земли на устой можетъ быть произведенъ призмой обрушенія, ограниченной угломъ обрушенія

$$\alpha=\frac{90-38^0}{2}=26^0,$$

такъ что вліяніе на распоръ имѣетъ только нагрузка, помѣщающаяся на длинѣ:

$$x=htg\alpha=8{,}5\times0{,}48773=4{,}15 \text{ саж.}=29{,}05 \text{ фут.}$$

При этомъ, въ невыгоднѣйшемъ положеніи помѣщаются пять осей одного паровоза съ тендеромъ, такъ что наибольшая нагрузка будетъ:

$$p=4\times763+651=3703 \text{ пуд.}$$

Нагрузка эта передается площади призмы обрушенія, при ширинѣ насыпи въ 2,40 саж.:

$$\omega=2{,}40\times4{,}15=9{,}96 \text{ кв. саж.}$$

Нагрузка на кв. саж.:

$$v=\frac{3703}{9{,}96}=372 \text{ пуд.}$$

Подставляя эти величины въ формулу E, получимъ наибольшій горизонтальный распоръ на пог. саж.:

$$E=0{,}119\times8{,}5(1000\times8{,}5+2\times372)=9351 \text{ пуд.}$$

Плечо распора:

$$e=h\times\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v}=8{,}5\times\frac{1000\times8{,}5+3\times372}{3\times1000\times8{,}5+6\times372}=2{,}95 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2=E\times e=9351\times2{,}95=27586 \text{ пудо-саж.}$$

Слѣдовательно:

Коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія около ребра A:

$$m_1=\frac{M_1}{M_2}=\frac{157799}{27586}=5{,}7;$$

на скольженіе въ плоскости AB:

$$m_2=\frac{f\times P}{E}=0{,}7\times\frac{51750}{9351}=3{,}9,$$

гдѣ $f=0{,}7$—коэффиціентъ тренія.

Въ дѣйствительности эти коэффиціенты будутъ бо́льшими, такъ какъ не слѣдуетъ принимать во вниманіе временной нагрузки при высотѣ насыпи болѣе 3,50 саж. (Курсъ мостовъ *Николаи*).

Расчеты относительно прохожденія равнодѣйствующей дѣйствующихъ въ устоѣ силъ распора земли и вѣса устоя чрезъ среднюю треть основанія AB здѣсь не приводимъ, въ виду того, что равнодѣйствующая эта пересѣкаетъ плоскость AB у задней стѣнки устоя, какъ это видно изъ графическаго изображенія этихъ силъ, что, очевидно, служитъ въ пользу устойчивости.

Главный Инженеръ *А. Юговичъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

По утвержденному Г. Министромъ, 29 Октября 1894 г., журналу Инженернаго Совѣта за № 168, постановлено:

I. Одобрить проектъ общаго расположенія и опоръ моста чрезъ р. Медвѣдицу, на 48 вер. Аткарскъ-Баландинской вѣтви Рязанско-Уральской ж. д., съ тѣмъ, чтобы:

*1)—глубина заложенія кессоннаго основанія быка была не менѣе 8 саж., считая отъ меженняго горизонта, а переднихъ стѣнокъ устоевъ—не менѣе 7 саж., взамѣнъ глубины ихъ въ 7½ саж., указанной въ постановленіи Инженернаго Совѣта, по журналу отъ 22 Іюня и 6 Іюля 1894 г., № 98-й; *)*

2)—заднія, сопрягающія съ насыпью, стѣнки устоевъ не были опираемы на выступы переднихъ частей устоевъ;

3)—толщина передней стѣнки устоевъ была сдѣлана въ уровнѣ меженнихъ водъ не менѣе 1,75 саж., а въ уровнѣ карниза не менѣе 1,55 саж.;

4)—отмѣтка глубины заложенія каменной кладки заднихъ, сопрягающихъ съ насыпью, стѣнокъ устоевъ была не болѣе 57,25 саж., причемъ обратныя стѣнки задней части устоя имѣли длину не менѣе 4,85 саж., считая отъ передней грани задней стѣнки устоя;

5)—для предохраненія устоевъ отъ подмыва были сдѣланы въ руслѣ рѣки каменныя отсыпи;

6)—было измѣнено направленіе верхняго участка канавы, отводящей воду отъ оврага Чечоры, такимъ образомъ, чтобы означенная канава, начинаясь у показанной на планѣ точки съ отмѣткою 64,54 саж. вышла по кратчайшему направленію къ точкѣ, расположенной противъ пикета № 426, при наименьшемъ разстояніи отъ нижняго ребра откоса насыпи въ 15 саж.

II. Предоставить Инспектору, по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ по постройкѣ:

1)—опредѣлить окончательную глубину заложенія кессонныхъ основаній мостовыхъ опоръ, въ зависимости отъ ближайшаго выясненія рода грунта;

2)—опредѣлить направленіе, длину и размѣры струенаправляющей у лѣваго устоя дамбы, сообразно съ мѣстными условіями;

3)—обсудить вопросъ о цѣлесообразности перемѣщенія проектируемаго моста на 10 или на 12 саж. въ сторону Аткарска, въ виду стремленія теченія рѣки направиться въ указанную сторону и вмѣстѣ съ тѣмъ вопросъ объ увеличеніи отверстія моста, если бы по мѣстнымъ условіямъ это оказалось необходимымъ;

4)—установить окончательный уклонъ ледорѣза быка, принятый по проекту всего лишь въ ½, въ зависимости отъ толщины льда и силы ледохода.

III. Предоставить Правленію Об-ва Рязанско-Уральской ж. д., по соглашенію съ Инспекторомъ и съ Главнымъ Инженеромъ по постройкѣ Обществомъ Рязанско-Уральской ж. д. новыхъ линій,—замѣнить каменную заднюю подпорную стѣнку лѣваго устоя (Аткарскаго) —деревяннымъ строеніемъ, въ видахъ удешевленія работъ по устройству дополнительнаго пролета, на случай, еслибы, въ послѣдствіи, потребовалось увеличеніе отверстія моста. За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Деминъ.

Вѣрно: Дѣлопроизводитель (подписалъ) Деминъ.

Съ копіей вѣрно:

Завѣдующій Чертежною А. Гильманъ.

*) **Примѣчаніе.** Глубина заложенія переднихъ стѣнокъ устоевъ принята 7,50 саж., согласно постановленія Инженернаго Совѣта, по журналу отъ 22 Іюня и 6 Іюля 1894 г. № 98.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ расчету отверстія моста чрезъ рѣку
МЕДВѢДИЦУ,

на 48 веретѣ

Аткарско-Баландинской линіи,

на основаніи данныхъ наблюденій 1894 года.

Опредѣленіе отверстія моста.

Изысканія, произведенныя въ 1894 году, дали слѣдующіе результаты по оси моста:

1) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ по показанію старожиловъ . . . . . = 61,25 саж.

2) Горизонтъ высокихъ водъ 1894 г. . . . . = 60,58 „

3) Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . = 58,00 „

4) Наименьшая отмѣтка дна рѣки . . . . . = 56,70 „

Наибольшая скорость на поверхности въ главномъ руслѣ, измѣренная во время весеннихъ водъ 1894 года, при отмѣткѣ 60,58, равна 5½ фут. = 0,786 саж.; соотвѣтствующая средняя скорость всего сѣченія, по *Вейсбаху:*

$$v_0 = 0{,}786 \times 0{,}837 = 0{,}66 \text{ саж.}$$

Уклонъ, наблюденный при отмѣткѣ 60,58, равенъ $i = 0{,}00019$.

При горизонтѣ 60,58, имѣемъ:

Живое сѣченіе рѣки Медвѣдицы по оси моста (черт. № I).

Площадь живого сѣченія главнаго русла:

$$\omega = \frac{3{,}10 \times 1{,}17}{2} + \frac{1{,}17 + 2{,}73}{2} \times 3 + \frac{2{,}73 + 3{,}88}{2} \times 11 + \frac{3{,}88 + 3{,}88}{2} \times$$
$$\times 13 + \frac{3{,}88 + 1{,}67}{2} \times 5 + \frac{1{,}67 \times 5{,}30}{2} = 112{,}76 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = \sqrt{3{,}10^2 + 1{,}17^2} + \sqrt{3^2 + 1{,}56^2} + \sqrt{11^2 + 1{,}15^2} + 13 +$$
$$+ \sqrt{5^2 + 2{,}21^2} + \sqrt{5{,}30^2 + 1{,}67^2} = 42{,}37 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R=\frac{\omega}{p}=\frac{112,76}{42,37}=2,661 \text{ саж.}=5,68 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$:

$$v=c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00019}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00019}\right)\frac{0,03}{\sqrt{5,68}}}=46,29;$$

$$v'=46,29\sqrt{5,68\times0,00019}=49,29\times0,0328=1,518 \ mtr.=0,17 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ, расчетъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, при горизонтѣ 60,58 и $n=0,03$, даетъ нѣкоторый запасъ, почему наибольшій расходъ, соотвѣтствующій наивысшему горизонту 61,25 и вычисленный также при $n=0,03$, несомнѣнно дастъ нѣкоторый запасъ сравнительно съ имѣющимъ мѣсто въ дѣйствительности.

Главное русло (черт. № 1).
Шир. по урѣзу 42 саж.

При наивысшемъ горизонтѣ 61,25, имѣемъ:

Площадь живого сѣченія по оси моста:

$$\Omega_1=\frac{0,38+1,84}{2}\times4+\frac{1,84+3,40}{2}\times3+\frac{3,40+4,55}{2}\times11+$$
$$+\frac{4,55+4,55}{2}\times13+\frac{4,55+2,34}{2}\times5+\frac{2,34+0,45}{2}\times6=$$
$$=140,77 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=43.74 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{140,77}{43,74}=3,218 \text{ саж.}=6,864 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00019}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00019}\right)\frac{0,03}{\sqrt{6,864}}}=47,42;$$

$$v_1=47,42\sqrt{6,864\times0,00019}=47,42\times0,0361=1,712 \ mtr.=$$
$$=0,803 \text{ саж.}$$

Расходъ по главному руслу:

$$Q=\Omega_1\times v_1=140,77\times0,803=113,03 \text{ куб. саж.}$$

Лѣвая пойма (по черт. № 1).
Шир. по урѣзу 445,35 саж.

Площадь живого сѣченія моста:

$$\Omega_2=\frac{0,24\times4,62}{2}+\frac{0,24+0,63}{2}\times6+\frac{0,63+0,06}{2}\times35+\frac{0,06+0,36}{2}\times$$
$$\times9+\frac{0,36+0,82}{2}\times17+\frac{0,82+0,77}{2}\times8+\frac{0,77+1,11}{2}\times$$
$$\times5+\frac{1,11+1,60}{2}\times7+\frac{1,60+2,31}{2}\times3+\frac{2,31+1,60}{2}\times$$
$$\times6+\frac{1,60+1,33}{2}\times4+\frac{1,33+1,23}{2}\times4+\frac{1,23+0,26}{2}\times$$
$$\times6+\frac{0,26+0,56}{2}\times12+\frac{0,56+0,49}{2}\times28+\frac{0,49+0,10}{2}\times$$
$$\times15+\frac{0,10+0,41}{2}\times35+\frac{0,41+0,56}{2}\times30+\frac{0,56+1,22}{2}\times$$
$$\times20+\frac{1,22+0,87}{2}\times10+\frac{0,87+0,55}{2}\times20+\frac{0,55+0,44}{2}\times$$
$$\times20+\frac{0,44+0,29}{2}\times14+\frac{0,29+0,81}{2}\times10+\frac{0,81+0,92}{2}\times$$
$$\times10+\frac{0,92+0,67}{2}\times16+\frac{0,67+0,83}{2}\times8,75+\frac{0,83+1,09}{2}\times$$
$$\times10+\frac{1,09+0,66}{2}\times30+\frac{0,66+1,55}{2}\times6+\frac{1,55+1,76}{2}\times$$
$$\times4+\frac{1,76+1,54}{2}\times2+\frac{1,54+0,75}{2}\times8+\frac{0,75+1,52}{2}\times$$
$$\times4+\frac{1,52+1,83}{2}\times4+\frac{1,83+1,50}{2}\times4+\frac{1,50+0,81}{2}\times$$
$$\times3+\frac{0,81+0,82}{2}\times5+\frac{0,82+0,38}{2}\times2=285,30 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=\sqrt{4,62^2+0,24^2}+\sqrt{6^2+0,39^2}+\sqrt{35^2+0,57^2}+\sqrt{9^2+0,30^2}+$$
$$+\sqrt{17^2+0,46^2}+\sqrt{8^2+0,05^2}+\sqrt{5^2+0,34^2}+\sqrt{7^2+0,49^2}+$$
$$+\sqrt{3^2+0,71^2}+\sqrt{6^2+0,71^2}+\sqrt{4^2+0,27^2}+\sqrt{4^2+0,10^2}+$$
$$+\sqrt{6^2+0,97^2}+\sqrt{12^2+0,30^2}+\sqrt{28^2+0,07^2}+\sqrt{15^2+0,39^2}+$$
$$+\sqrt{35^2+0,31^2}+\sqrt{30^2+0,15^2}+\sqrt{20^2+0,66^2}+\sqrt{10^2+0,35^2}+$$
$$+\sqrt{20^2+0,32^2}+\sqrt{20^2+0,11^2}+\sqrt{14^2+0,15^2}+\sqrt{10^2+0,52^2}+$$
$$+\sqrt{10^2+0,11^2}+\sqrt{16^2+0,25^2}+\sqrt{8,75^2+0,16^2}+$$
$$+\sqrt{10^2+0,26^2}+\sqrt{30^2+0,43^2}+\sqrt{6^2+0,89^2}+\sqrt{4^2+0,21^2}+$$
$$+\sqrt{2^2+0,22^2}+\sqrt{8^2+0,79^2}+\sqrt{4^2+0,87^2}+\sqrt{4^2+0,31^2}+$$
$$+\sqrt{4^2+0,33^2}+\sqrt{3^2+0,69^2}+\sqrt{5^2+0,01^2}+\sqrt{2^2+0,44^2}+$$
$$+0,38=446,38 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ: $R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{285,30}{446,38}=0,639$ саж.$=1,363$ *mtr.*

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00019}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00019}\right)\frac{0,03}{\sqrt{1,363}}}=35,87;$$

$$v_2=35,87\sqrt{1,363\times0,00019}=35,87\times0,0160=1,574 \ mtr.=$$
$$=0,268 \text{ саж.}$$

Расходъ по лѣвой поймѣ:

$$Q_2 = \Omega_2 \times v_2 = 285{,}30 \times 0{,}268 = 76{,}46 \text{ куб. саж.}$$

Правая пойма (по черт. № I).

Площадь живого сѣченія по оси моста:

Шир. по урѣзу 122,16 саж.

$$\Omega_3 = \frac{0{,}45+0{,}27}{2} \times 26 + \frac{0{,}27 \times 9{,}82}{2} + \frac{0{,}20 \times 6}{2} + \frac{0{,}20+1{,}51}{2} \times 2 + \frac{1{,}51+1{,}72}{2} \times 1 + \frac{1{,}72+0{,}65}{2} \times 4 + \frac{0{,}65+0{,}30}{2} \times 11 + \frac{0{,}30+0{,}15}{2} \times 28 + \frac{0{,}15+0{,}06}{2} \times 17 + \frac{0{,}06+1{,}16}{2} =$$

$= 32{,}696$ кв. саж.

Подводный периметръ: $p_3 = 123{,}17$ саж.

Средній радіусъ: $R_3 = \frac{\Omega_3}{p_3} = \frac{32{,}696}{123{,}17} = 0{,}27$ саж. $= 0{,}576$ *mtr.*

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n = 0{,}03$:

$$v_3 = c_3\sqrt{R_3 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_3 = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_3}}} = \frac{23 + \frac{1}{0{,}03} + \frac{0{,}00155}{0{,}00019}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}00019}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{0{,}576}}} = 28{,}91;$$

$$v_3 = 28{,}91\sqrt{0{,}576 \times 0{,}00019} = 28{,}91 \times 0{,}0104 = 0{,}301 \text{ mtr.} =$$
$$= 0{,}14 \text{ саж.}$$

Расходъ по правой поймѣ:

$$Q_3 = \Omega_3 \times v_3 = 32{,}696 \times 0{,}14 = 4{,}58 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ, полный расходъ р. Медвѣдицы, соотвѣтствующій наивысшему горизонту при отмѣткѣ 61,25, есть:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 113{,}03 + 76{,}46 + 4{,}58 = 194{,}07 \text{ куб. саж.}$$

Допустимъ среднюю скорость подъ мостомъ ту, которая соотвѣтствуетъ наблюденной въ главномъ руслѣ, при наивысшемъ горизонтѣ 61,25, именно:

$$v_0 = 0{,}803 \text{ саж.}$$

При этой скорости необходимая площадь пропускного отверстія:

$$\Omega' = \frac{Q}{\mu \times v_0} = \frac{194{,}07}{0{,}95 \times 0{,}803} = \backsim 254 \text{ кв. саж.}$$

Полученная площадь отверстія весьма мало разнится отъ принятой въ проектѣ (250 кв. саж.), на основаніи наблюденій 1893 г.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Составилъ Инженеръ *А. Сардаровъ.*

Въ исправленномъ видѣ.

94

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Къ проекту, утвержденному по докладу Департамента жел. дорогъ отъ 12-го Сентября 1894 г., за № 2004.

Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку БАЛАНДУ,

на 76 верстѣ

Аткарско-Баландинской линіи

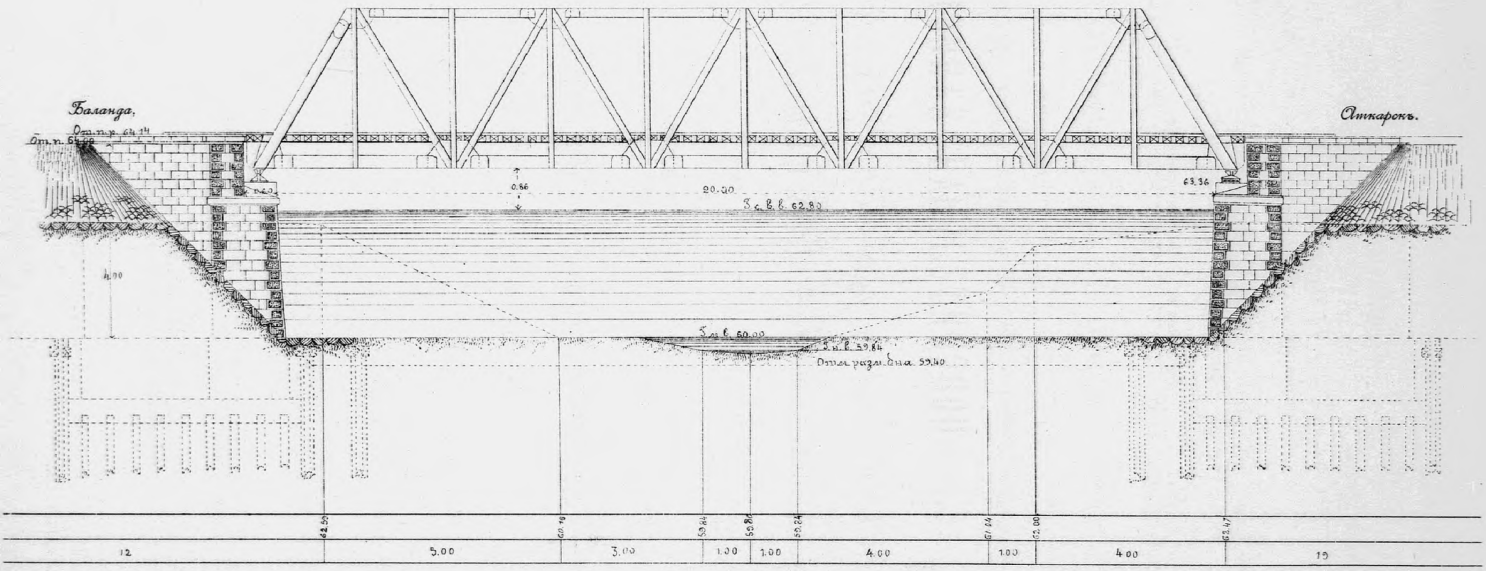
и

расчетъ отверстія деревяннаго моста на поймѣ р. БАЛАНДЫ

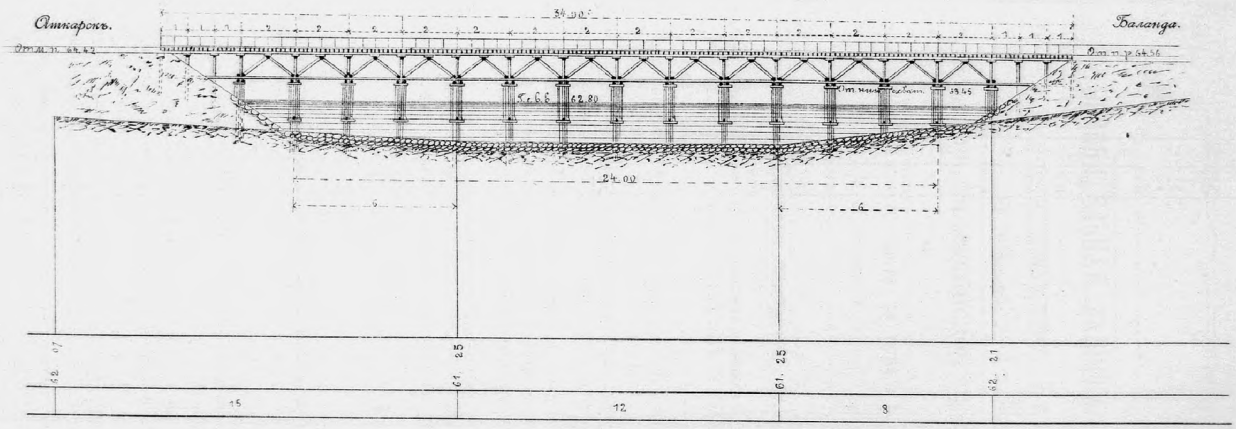
(пик. № 688+20).

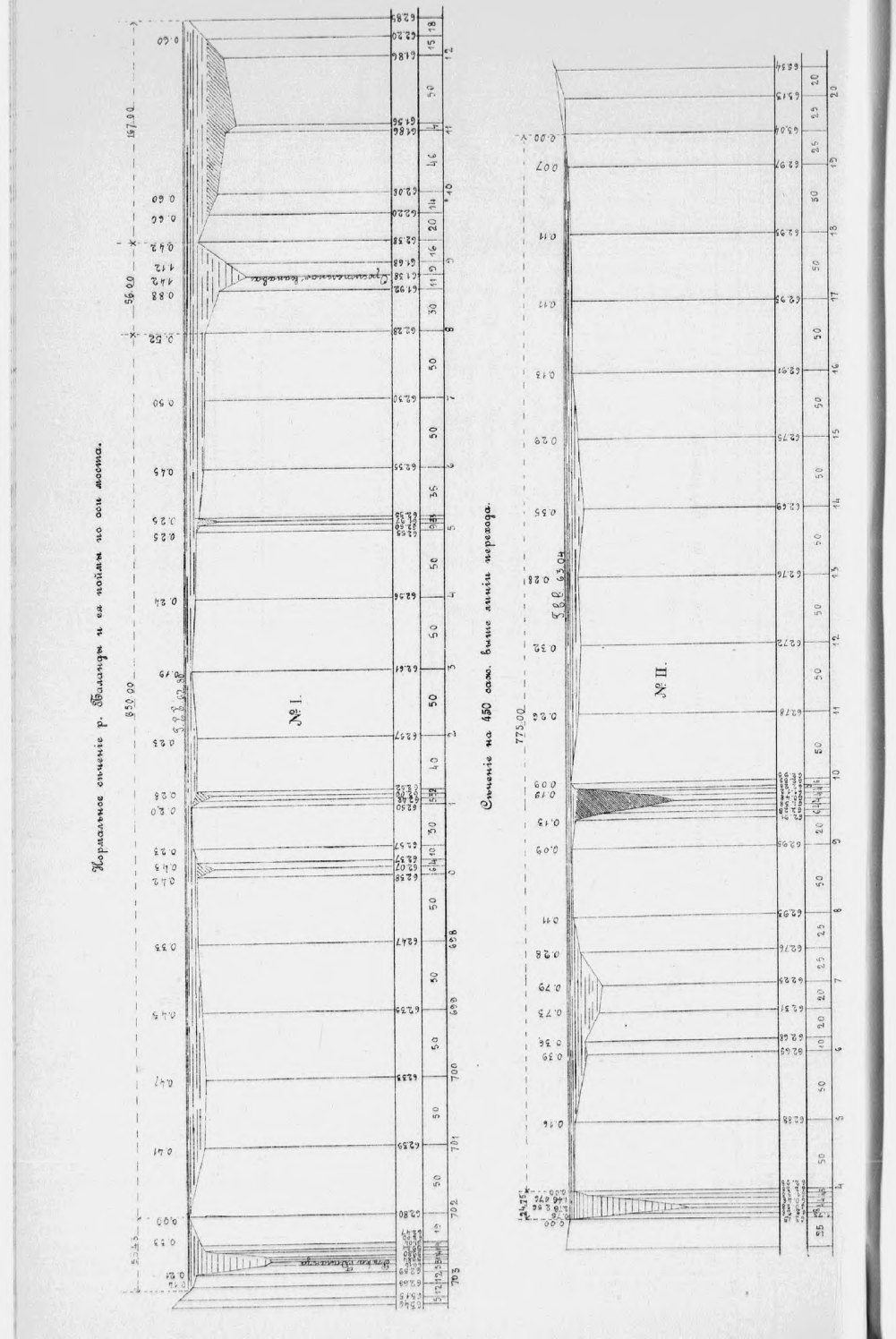
САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. ФЕОФИТОВА.

Общій видъ моста чрезъ р. Баланду,
на 76 вер. Аткарско-Баландинской линіи.



Общій видъ моста на поймѣ р. Баланды
(пик. № 688+20).





ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку БАЛАНДУ,

на 76 верстѣ

Аткарско-Баландинской линіи

и

къ проекту деревяннаго моста на поймѣ р. Баланды

(пик. № 688+20).

I. Расчетъ отверстія.

Наблюденный въ 1893 году горизонтъ высокихъ водъ соотвѣтствуетъ отмѣткѣ 62,30 и при этомъ горизонтѣ вся вода умѣщалась въ одномъ руслѣ.

По показанію же мѣстныхъ жителей, самый высокій горизонтъ соотвѣтствуетъ отмѣткѣ 62,80, при чемъ съ лѣвой стороны рѣки, вслѣдствіе низменнаго берега, образуется довольно значительная пойма, какъ это видно на прилагаемомъ при семъ чертежѣ.

Нужно замѣтить, что на поймѣ (луга графа Шереметьева) имѣется оросительная канава, засыпать которую не представляется возможнымъ, въ виду необходимости въ ней для хозяйственныхъ цѣлей.

Канава эта (на профилѣ пикетъ 688+20 саж.) проложена вдоль берега и пересѣкается съ линіей желѣзной дороги, почему является необходимость въ устройствѣ на поймѣ деревяннаго моста, независимо отъ проектированнаго желѣзнаго 20-ти саж. моста на главномъ руслѣ.

Хотя пойма, между пикетами 702 и 8, частью примыкаетъ къ руслу рѣки Баланды, частью же къ оврагу (оросительной канавѣ), и вѣроятнѣе допустить, что нѣкоторая часть воды этой поймы будетъ расходоваться чрезъ канаву, тѣмъ не менѣе, расходъ этой поймы цѣликомъ отнесенъ къ одному руслу рѣки Баланды.

Для опредѣленія расхода рѣки Баланды, сняты на мѣстѣ два живыхъ сѣченія, одно по оси моста, другое на 450 саж. выше его. Какъ видно на прилагаемомъ при семъ чертежѣ, сѣченія эти обладаютъ мертвыми точками, т. е. пересѣкаютъ озера и ямы, въ которыхъ вода не имѣетъ никакого теченія, вслѣдствіе чего эти мертвыя сѣченія и не приняты во вниманіе. (На чертежѣ мертвыя сѣченія заштрихованы).

Площадь бассейна, измѣренная по 10-ти верст. картѣ, равна 1250 кв. вер.

Горизонтъ высокихъ водъ по показанію жителей . . . 62,80.

Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . 60,00.

Наименьшая отмѣтка дна рѣки. . . . . 59,80.

Горизонтъ высокихъ водъ 1893 года. . . . . 62,30.

Средняя скорость главнаго русла, измѣренная на поверхности при отмѣткѣ 62,30, равна 0,375 саж.

Уклонъ весеннихъ водъ 1893 года . . . . . 0,00027.

Выше моста, въ разстояніи около 450 сажень, имѣется на рѣкѣ мельничная плотина.

Живое сѣченіе по оси моста (смотр. черт. № I).

При горизонтѣ весеннихъ водъ 62,30 — 1893 года, имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega' = \tfrac{1}{2}[4{,}40\times 2{,}14+(2{,}14+2{,}46)\times 3+2(2{,}46+2{,}50)\times 1+(2{,}46+ +1{,}26)\times 4+(1{,}26+0{,}30)\times 1+0{,}30\times 2{,}55)]=25{,}13 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p'=\sqrt{4{,}40^2+2{,}14^2}+\sqrt{3^2+0{,}32^2}+1{,}00+1{,}00+\sqrt{4^2+1{,}20^2}+ +\sqrt{1{,}00^2+0{,}96^2}+\sqrt{2{,}55^2+0{,}30^2}=18{,}05 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R'=\frac{\Omega'}{p'}=\frac{25{,}13}{18{,}05}=1{,}39 \text{ саж.}=2{,}97 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}030$ и $i=0{,}00027$:

$$v'=c'\sqrt{R'i}, \text{ гдѣ}$$

$$c'=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R'}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}030}+\frac{0{,}00155}{0{,}00027}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00027}\right)\frac{0{,}030}{\sqrt{2{,}97}}}=41{,}38;$$

$$v'=41{,}38\sqrt{2{,}97\times 0{,}00027}=1{,}171 \ mtr.=0{,}55 \text{ саж.}$$

Поплавками средняя скорость на поверхности въ главномъ руслѣ, при отмѣткѣ 62,30, была найдена равной

$$v'_0=0{,}375 \text{ саж.}$$

Соотвѣтствующая средняя скорость всего сѣченія, по *Вейсбаху*, есть:

$$v_0=0{,}375\times 0{,}915=0{,}343 \text{ саж.}$$

Такая значительная разница между средними скоростями теоретической 0,55 саж. и наблюденной 0,343 саж., при одномъ и томъ же горизонтѣ, можно объяснить малымъ значеніемъ коэффиціента шероховатости $n=0{,}030$, который, въ данномъ случаѣ, можетъ быть принятъ равнымъ 0,35, такъ какъ русло рѣки покрыто густой травой.

Такимъ образомъ, формула *Ganguillet* и *Kutter*'а, при горизонтѣ 62,30 и $n=0{,}030$, даетъ значительный запасъ, почему наибольшій расходъ, соотвѣтствующій наивысшему горизонту 62,80, и вычисленный также при $n=0{,}030$, несомнѣнно дастъ значительный запасъ, сравнительно съ дѣйствительнымъ расходомъ.

При наивысшемъ горизонтѣ 62,80, имѣемъ:

Главное русло по оси моста, ширин. по урѣзу 53,43 саж. (№ I).

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=\frac{3{,}43\times 0{,}14}{2}+\tfrac{1}{2}[(0{,}14+0{,}21)\times 12+(0{,}21+2{,}64)\times 5+(2{,}64+ +2{,}96)\times 3+2(2{,}96+3{,}00)\times 1+(2{,}96+1{,}74)\times 4+(1{,}76+ +0{,}80)\times 1+(0{,}80+0{,}33)\times 4+(0{,}33\times 19)]=39{,}94 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=\sqrt{3{,}43^2+0{,}14^2}+\sqrt{12^2+0{,}07^2}+\sqrt{5^2+2{,}43^2}+\sqrt{3^2+0{,}32^2}+ +2+\sqrt{4^2+1{,}20^2}+\sqrt{1^2+0{,}96^2}+\sqrt{4^2+0{,}47^2}+\sqrt{19^2+0{,}33^2}= =54{,}63 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{39{,}94}{54{,}63}=0{,}731 \text{ саж.}=1{,}56 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, принимая $n=0{,}030$ и уклонъ $=0{,}00027$, наблюденный при горизонтѣ 62,30:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}030}+\frac{0{,}00155}{0{,}00027}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00027}\right)\frac{0{,}030}{\sqrt{1{,}56}}}=36{,}73;$$

$$v_1=36{,}73\sqrt{1{,}56\times 0{,}00027}=36{,}73\times 0{,}02=0{,}753 \ mtr.=0{,}35 \text{ саж.}$$

Расходъ по главному руслу:

$$Q_1=\Omega_1\times v_1=39{,}94\times 0{,}35=13{,}98 \text{ куб. саж.}$$

Пойма.

Ширин. по урѣзу 650 саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2=50\left(0{,}41+0{,}47+0{,}45+0{,}33+\frac{0{,}42}{2}\right)+\left(\frac{0{,}42+0{,}43}{2}\right)\times 10+ +\left(\frac{0{,}43+0{,}23}{2}\right)\times 10+\left(\frac{0{,}23+0{,}20}{2}\right)\times 30+\left(\frac{0{,}20+0{,}28}{2}\right)\times \times 10+\left(\frac{0{,}28+0{,}23}{2}\right)\times 40+\left(\frac{0{,}23+0{,}19}{2}\right)\times 50+\left(\frac{0{,}19+0{,}24}{2}\right)\times \times 50+\left(\frac{0{,}24+0{,}25}{2}\right)\times 50+\left(\frac{0{,}25+0{,}25}{2}\right)\times 15+\left(\frac{0{,}25+0{,}45}{2}\right)\times \times 35+\left(\frac{0{,}45+0{,}50}{2}\right)\times 50+\left(\frac{0{,}50+0{,}52}{2}\right)\times 50=218{,}85 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=650 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{218,85}{650}=0,337 \text{ саж.}=0,719 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$ (русло покрыто травой):

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00027}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00027}\right)\frac{0,03}{\sqrt{0,719}}}=30,51;$$

$$v_2=30,51\sqrt{0,719\times 0,00027}=30,51\times 0,014=0,427 \ mtr.=0,20 \text{ саж.}$$

Расходъ по поймѣ:

$$Q_2=\Omega_2\times v_2=218,85\times 0,20=43,77 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ полный расходъ р. Баланды при наивысшемъ горизонтѣ 62,80:

$$Q=Q_1+Q_2=13,98+43,77=57,75 \text{ куб. саж.}$$

Для полной увѣренности въ томъ, что исчисленный выше расходъ 57,75 куб. саж. есть наибольшій, найдемъ расходъ по живому сѣченію, снятому на 450 саж. выше моста, при горизонтѣ самыхъ высокихъ водъ 63,04 въ этомъ сѣченіи (см. черт. № II).

Главное русло.

Шир. по урѣзу 24,75 саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_1=\tfrac{1}{2}[0,76\times 1,75+(0,76+2,76)8+(2,76+2,56)4+(2,56+1,46)4+$$
$$+(1,46+0,76)4+(0,76+0,06)3]=39,06 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=\sqrt{1,75^2+0,76^2}+\sqrt{8^2+2^2}+\sqrt{4^2+0,20^2}+\sqrt{4^2+1,10^2}+$$
$$+\sqrt{4^2+0,70^2}+\sqrt{3^2+0,70^2}+0,06=25,52 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\omega_1}{p_1}=\frac{39,06}{25,52}=1,53 \text{ саж.}=3,26 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00027}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00027}\right)\frac{0,03}{\sqrt{3,26}}}=41,94;$$

$$v_1=41,94\sqrt{3,26\times 0,00027}=1,246 \ mtr.=0,58 \text{ саж.}$$

Расходъ въ главномъ руслѣ:

$$q_1=\omega_1\times v_1=39,06\times 0,58=22,65 \text{ куб. саж.}$$

Пойма.

Ширин. по урѣзу 775 саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_2=\frac{0,06+0,16}{2}\times 50+\frac{0,16+0,39}{2}\times 50+\frac{0,39+0,36}{2}\times 10+$$
$$+\frac{0,36+0,73}{2}\times 20+\frac{0,73+0,79}{2}\times 20+\frac{0,79+0,28}{2}\times 25+$$
$$+\frac{0,28+0,11}{2}\times 25+\frac{0,11+0,09}{2}\times 50+\frac{0,09+0,13}{2}\times 20+$$
$$+\frac{0,13+0,19}{2}\times 24+\frac{0,19+0,09}{2}\times 6+0,50\left(\frac{0,09}{2}+0,26+\right.$$
$$\left.+0,32+0,28+0,35+0,29+0,13+0,11+0,11+\frac{0,07}{2}\right)+$$
$$+\frac{0,07\times 25}{2}=175,50 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=775,06 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\omega_2}{p_2}=\frac{175,50}{775,06}=0,226 \text{ саж.}=0,483 \ mtr.$$

Средняя скорость:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00027}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00027}\right)\frac{0,030}{\sqrt{0,483}}}=27,56;$$

$$v_2=27,56\sqrt{0,483\times 0,00027}=0,320 \ mtr.=0,15 \text{ саж.}$$

Расходъ по поймѣ:

$$q_2=\omega_2\times v_2=175,5\times 0,15=26,32 \text{ куб. саж.}$$

Полный расходъ р. Баланды въ сѣченіи на 450 саж. выше моста:

$$q=q_1+q_2=22,65+26,32=48,97 \text{ куб. саж.}$$

Расходъ р. Баланды въ 57,75 куб. саж., въ сѣченіи по оси моста, какъ наибольшій, принятъ нами для расчета отверстія моста.

По даннымъ буровой скважины, заложенной на берегу, русло рѣки, начиная съ отмѣтки 60.13, состоитъ изъ плотной глины, почему скорость по дну безопасно можетъ быть допущена въ 5 фут. или 0,714 саж. Соотвѣтствующая средняя скорость, по *Дюбуа*, равна:

$$v_0=1,33\times 0,714=0,95 \text{ саж.}$$

Необходимая площадь пропускного отверстія, при допущеніи средней скорости подъ мостомъ въ $v_0 = 0{,}95$ саж.:

$$\omega = \frac{Q}{\mu \times v_0} = \frac{57{,}75}{0{,}90 \times 0{,}95} = 67{,}54 \text{ кв. саж.}$$

По даннымъ циркуляра Министерства Путей Сообщенія за № 11230, отъ 11-го Ноября 1877 г., для площади бассейна, найденной по 10 верст. картѣ въ 1250 кв. верстъ, необходимая площадь отверстія:

$$1250 \times 0{,}04 = 50 \text{ кв. саж.},$$

что менѣе расчетной 67,54 кв. саж.

Перекрываемъ рѣку желѣзнымъ мостомъ съ однимъ пролетомъ въ 20 саж., съ ѣздою по низу, на каменныхъ опорахъ.

Для урегулированія теченія рѣки и равномѣрнаго размыва дна подъ мостомъ, предположена срѣзка грунта до горизонта меженнихъ водъ, т. е. до отмѣтки 60,00.

Полученная такимъ образомъ площадь отверстія до горизонта межени равна:

$$2{,}80 \times 20 = 56 \text{ кв. саж.}$$

Недостающую площадь $67{,}54 - 56 = 11{,}54$ кв. саж. предположено доставить размывомъ дна до глубины, опредѣляемой изъ уравненія:

$$h = \frac{67{,}54 - 56}{20} = 0{,}58 \text{ саж. отъ горизонта меженнихъ водъ, или}$$

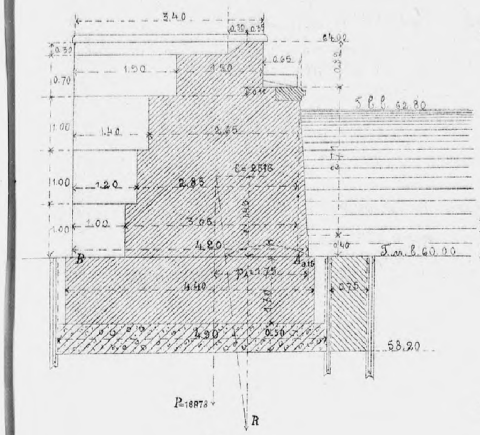
0,38 саж., считая отъ самой пониженной точки дна.

Такой пріемъ опредѣленія глубины размыва (равномѣрный размывъ) можетъ быть допущенъ въ данномъ случаѣ въ виду однообразной глубины по всему сѣченію, получающейся послѣ срѣзки естественнаго грунта до горизонта меженнихъ водъ (Курсъ мостовъ *Николаи*, стр. 177, 1883—1884 г.г.).

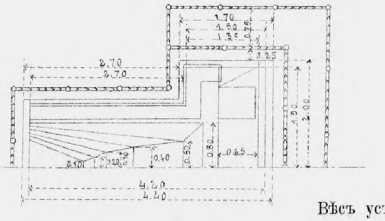
II. Расчетъ опоръ.

Устои предположено заложить въ шпунтовыхъ огражденіяхъ — на сваяхъ, что представляется въ данномъ случаѣ возможнымъ въ виду того, что грунтъ подъ предполагаемымъ сооруженіемъ представляетъ напластованіе глины съ незначительною примѣсью песку, какъ это видно изъ показанной въ проектѣ буровой скважины.

Прод. разр. устоя.



Планъ.



Повѣрка устойчивости устоя противъ вращенія и на скольженіе.

Повѣрка устойчивости производится на вращеніе около ребра A и на скольженіе по плоскости AB.

Площадь сѣченія устоя до плоскости AB:

$$\Omega_1 = \left(\frac{0{,}15 \times 3{,}11}{2} + 3{,}05 \times 1{,}00 + 2{,}85 \times 1{,}00 + 2{,}65 \times 1{,}00 + 0{,}65 \times 0{,}11 + 1{,}50 \times 0{,}70 + 0{,}65 \times 0{,}30 - \frac{0{,}30 \times 0{,}30}{8}\right) = 0{,}233 + 3{,}050 + 2{,}850 + 2{,}650 + 0{,}072 + 1{,}050 + 0{,}195 - 0{,}045 = 10{,}06 \text{ кв. саж.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A:

$$S_1 = 0{,}233 \times 0{,}10 + 3{,}05 \times 1{,}675 + 2{,}85 \times 1{,}575 + 2{,}65 \times 1{,}475 + 0{,}072 \times 0{,}475 + 1{,}05 \times 1{,}55 + 0{,}195 \times 1{,}125 - 0{,}045 \times 1{,}35 = 15{,}35 \text{ (саж.)}^3$$

Площадь засыпки:

$$\Omega_2 = \left(1{,}00 \times 1{,}00 + 1{,}20 \times 1{,}00 + 1{,}40 \times 1{,}00 + 1{,}90 \times 0{,}70 + 2{,}75 \times 0{,}30 + \frac{0{,}30 \times 0{,}30}{2}\right) = 1{,}00 + 1{,}20 + 1{,}40 + 1{,}33 + 0{,}825 + 0{,}045 = 5{,}80 \text{ кв. саж.}$$

Статическій моментъ площади засыпки:

$$S_2 = 1{,}00 \times 3{,}70 + 1{,}20 \times 3{,}60 + 1{,}40 \times 3{,}50 + 1{,}33 \times 3{,}25 + 0{,}825 \times 2{,}825 + 0{,}045 \times 1{,}35 = 19{,}63 \text{ (саж.)}^3$$

Вѣсъ устоя на 1 пог. саж.:

1) вѣсъ каменной кладки:

$P_1 = \Omega_1 \times 1300 = 10{,}06 \times 1300 \ldots\ldots = 13078$ пуд.

2) вѣсъ засыпки:

$P_2 = \Omega_2 \times 1000 = 5{,}80 \times 1000 \ldots\ldots = 5800$ „

Всего $P \ldots = 18878$ пуд.

Моментъ вѣса устоя:

$$M_1 = S_1 \triangle_1 + S_2 \triangle_2 = 15{,}35 \times 1300 + 19{,}63 \times 1000 = 19955 + 19630 = 39585 \text{ пудо-саж.}$$

Отсюда, плечо момента вѣса устоя относительно ребра A:

$$p'_A = \frac{M_1}{P} = \frac{39585}{18878} = 2{,}097 \text{ саж.}$$

Вѣсъ желѣзныхъ частей фермы, пролетомъ 20 саж., съ ѣздою по низу. . . . . = 6037 пуд.

Вѣсъ проѣзжей части $20 \times 7 \times 10$ . . . . . = 1400 „

„ подвижной нагрузки $20 \times 7 \times 108$ . . . . = 15120 „

Всего. . . = 22557 пуд.

Давленіе, передаваемое мостомъ на одну опору:

$$\frac{22557}{2} = 11278 \text{ пуд.}$$

Отсюда, давленіе на одну погон. саж.

$$\beta = \frac{11278}{2{,}20} = 5127 \text{ пуд.}$$

Разстояніе оси балансира до ребра A:

$$a = 0{,}475 \text{ саж.}$$

Плечо момента относительно ребра A всѣхъ дѣйствующихъ въ устоѣ силъ:

$$p_A = \frac{M_1 + \beta a}{P + \beta} = \frac{39585 + 5127 \times 0{,}475}{18878 + 5127} = 1{,}75 \text{ саж.}$$

Распоръ земли на 1 погон. саж. опредѣляется по формулѣ:

$$E = \Psi h(\gamma h + 2v),$$

гдѣ:

$\Psi = {}^1/_2 tg^2\left(45^0 - \frac{\alpha}{2}\right) = 0{,}119;$

α—уголъ естественнаго откоса $= 38^0$;

h—высота земли за устоемъ $64{,}00 - 60{,}00 = 4{,}00$ саж.;

v—равномѣрно распредѣленная нагрузка на кв. саж. верхней площадки, замѣняющая дѣйствіе подвижной нагрузки = 643 пуд. (Курсъ мостовъ *Николаи*);

γ—вѣсъ кубич. саж. земли = 1000 пуд.

Слѣдовательно:

$$E = 0{,}119 \times 4{,}00(1000 \times 4{,}00 + 2 \times 643) = 2516 \text{ пуд.}$$

Плечо этого распора относительно A:

$$e = h \times \frac{\gamma h + 3v}{3\gamma h + 6v} = 4{,}00 \times \frac{4{,}00 \times 1000 + 3 \times 643}{3 \times 1000 \times 4 + 6 \times 643} = 1{,}49 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2 = E \times e = 2516 \times 1{,}49 = 3749 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія около ребра A *):

$$m_1 = \frac{M_1}{M_2} = \frac{39585}{3749} = 10{,}56.$$

*) Вѣсъ моста не принятъ во вниманіе для запаса устойчивости.

Принимая коэффиціентъ тренія камня по камню $f = 0{,}7$, коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости AB будетъ:

$$m_2 = f \times \frac{P}{E} = 0{,}7 \times \frac{18878}{2516} = 5{,}25.$$

Кромѣ того, для удовлетворенія условія прохожденія равнодѣйствующей R силъ распора земли и вѣса опоры чрезъ среднюю треть основанія, необходимо, чтобы разстояніе x этой силы отъ ребра A было болѣе $\frac{AB}{3} = \frac{4{,}2}{3} = 1{,}40$ саж.

Разстояніе это:

$$x = p_A - e \times \frac{E}{P} = 1{,}75 - 1{,}49 \times \frac{2516}{18878} = 1{,}55 > 1{,}40 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно, условіе прохожденія равнодѣйствующей чрезъ среднюю треть основанія соблюдено.

Опредѣленіе давленія на каменную кладку, бетонный слой и основаніе.

Давленіе отъ фермы, проѣзжей части и подвижной нагрузки = = 22557 пуд.

На одну опору:

$$\frac{22557}{2} = 11278 \text{ пуд.;}$$

на одинъ подферменный камень:

$$\frac{11278}{2} = 5639 \text{ пуд.}$$

Площадь подферменнаго камня:

$$0{,}60 \times 0{,}60 \times 84^2 = 2540 \text{ кв. дюйм.;}$$

давленіе на кв. дюймъ площади:

$$\frac{5639}{2540} = 2{,}21 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Давленіе на бетонный слой составится изъ вѣса кладки до плоскости бетона и вѣса моста съ проѣзжей частью и временной нагрузкой.

Вѣсъ кладки до плоскости фундамента.

Вѣсъ одной погонной сажени устоя былъ выше опредѣленъ въ 18878 пуд.

При длинѣ опоры въ 3,80 саж., вѣсъ устоя до фундамента будетъ:

$$18878 \times 3{,}8 - 4{,}00 \times 0{,}80 \times 2{,}70 \times 1300 \times 2 = 49272 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ фундамента до бетоннаго слоя:

$$1{,}30 \times (4{,}40 \times 4{,}00 - 2 \times 0{,}80 \times 2{,}70)1300 = 22274 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ всей опоры до бетоннаго слоя:

$$49272 + 22274 = 71546 \text{ пуд.}$$

Площадь основанія фундамента:

$$84^2(4\times4{,}40-2\times0{,}80\times2{,}70)=13{,}18\times84^2=92998 \text{ кв. дюйм.}$$

Давленіе на бетонъ:

$$\frac{71546+11278}{92998}=\backsim0{,}90\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Вѣсъ бетона:

$$0{,}50\times(4{,}90\times4{,}50-2\times0{,}80\times2{,}70)1300=0{,}50\times17{,}73\times$$
$$\times1300=11524 \text{ пуд.}$$

Площадь основанія:

$$17{,}73\times84^2=125103 \text{ кв. дюйм.}$$

Давленіе на свайное основаніе:

$$\frac{71546+11524+11278}{125103}=\frac{94348}{125103}=0{,}76\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Давленіе на сваю:

$$\frac{71546+11524+11278}{70}=\backsim1348 \text{ пуд.}$$

Напряженіе матеріала свай:

$$\frac{1348}{86{,}59}=1{,}56\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Отказъ отъ послѣдняго залога опредѣлится по формулѣ:

$$P=\frac{nQ^2h}{ml(Q+q)}+\frac{Q+q}{m},$$

гдѣ:

P—давленіе на сваю. . . . . = 1348 пуд.

Q—вѣсъ бабы . . . . . = 30 „

h—высота подъема бабы:

a) при машинномъ копрѣ . . . . . = 1,50 саж.

b) „ ручномъ „ . . . . . = 0,50 „

n—число ударовъ въ залогѣ:

a) при машинномъ копрѣ . . . . . = 10.

b) „ ручномъ „ . . . . . = 25.

q—вѣсъ сваи . . . . . = 25 пуд.

m—коэффиціентъ:

a) при машинномъ копрѣ . . . . . = 8.

b) „ ручномъ „ . . . . . = 20.

Отказъ отъ послѣдняго залога:

a) *для машиннаго копра:*

$$l=\frac{nQ^2h}{\left(P-\frac{Q+q}{m}\right)m(Q+q)}=\frac{10\times30^2\times1{,}50}{\left(1348-\frac{30+25}{8}\right)8(30+25)}=$$
$$=0{,}026 \text{ саж.}$$

b) *для ручного копра:*

$$l=\frac{25\times30^2\times0{,}50}{\left(1348-\frac{30+25}{20}\right)20(30+25)}=0{,}008 \text{ саж.}$$

Система заложенія, а равно и размѣры *второго* устоя одинаковы съ вышеприведеннымъ, почему расчета его здѣсь не приводимъ.

Расчетъ отверстія деревяннаго моста на поймѣ, пик. 688+20 по профилю.

Хотя при расчетѣ отверстія моста на главномъ руслѣ, расходъ по поймѣ между пикетами 702 и 8 (черт. № I) цѣликомъ отнесенъ къ одному руслу р. Баланды, тѣмъ не менѣе, нужно предположить, что нѣкоторая часть воды этой поймы будетъ расходоваться и чрезъ оврагъ.

Разсматривая живое сѣченіе по оси моста № I, вѣроятнѣе предположить, что часть поймы между пикетами (1—8) принадлежитъ къ руслу оврага (оросительной канавѣ), остальная же часть къ руслу р. Баланды. На основаніи этого, при расчетѣ отверстія моста на поймѣ, расходъ, соотвѣтствующій части поймы между пикетами (1—8), правильнѣе отнести къ руслу оврага.

Такимъ образомъ, при наивысшемъ горизонтѣ 62,80, имѣемъ:

Площадь живого сѣченія между пикетами (1 и 12 + 33)—(черт. № 1).

$$\Omega=\frac{0{,}20+0{,}28}{2}\times10+\frac{0{,}28+0{,}23}{2}\times40+\frac{0{,}23+0{,}19}{2}\times50+$$
$$+\frac{0{,}19+0{,}24}{2}\times50+\frac{0{,}24+0{,}25}{2}\times50+\frac{0{,}25+0{,}25}{2}\times15+$$
$$+\frac{0{,}25+0{,}45}{2}\times35+\frac{0{,}45+0{,}50}{2}\times50+\frac{0{,}50+0{,}52}{2}\times50+$$
$$+\frac{0{,}52+0{,}88}{2}\times30+\frac{0{,}88+1{,}42}{2}\times11+\frac{1{,}42+1{,}12}{2}\times9+$$
$$+\frac{1{,}12+0{,}42}{2}\times16+\frac{0{,}42+0{,}60}{2}\times20+\frac{0{,}60+0{,}60}{2}\times1{,}29+$$
$$+\frac{0{,}60\times18}{2}=261{,}75 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=350+\sqrt{30^2+0{,}36^2}+\sqrt{11^2+0{,}54^2}+\sqrt{9^2+0{,}30^2}+$$
$$+\sqrt{16^2+0{,}70^2}+\sqrt{20^2+0{,}18^2}+129+\sqrt{18^2+0{,}60^2}=$$
$$=583{,}05 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{p}=\frac{261,75}{583,05}=0,449 \text{ саж.}=0,958 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$:

$$v=c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00027}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00027}\right)\frac{0,03}{\sqrt{0,958}}}=$$

$$=32,82;$$

$$v=32,82\sqrt{0,958\times0,00027}=32,82\times0,016=0,525 \ mtr.=0,24 \text{ саж.}$$

Полный расходъ:

$$Q=\Omega\times v=261,75\times0,24=62,82 \text{ куб. саж.}$$

Имѣя въ виду русло канавы вымостить двойной мостовой, скорость по дну можетъ быть безопасно допущена въ 10 фут., или 1,43 саж., каковой скорости соотвѣтствуетъ средняя скорость, по *Дюбуа:*

$$v_0=1,43\times1,33=1,90 \text{ саж.}$$

Необходимая площадь пропускного отверстія при этой скорости:

$$\omega=\frac{62,82}{0,9\times1,90}=36,73 \text{ кв. саж.},$$

гдѣ $\mu=0,90$—коэффиціентъ сжатія струи.

Проектируется деревянный мостъ подкосной системы при 14 пролетахъ, по 2 саж. каждый и 6-ти пролетахъ балочной системы, по 1,00 саж. каждый, по утвержденнымъ типамъ.

Полученная такимъ образомъ площадь пропускного отверстія, за вычетомъ проекцій свай, при глубинѣ потока подъ мостомъ въ 1,55 саж., есть:

$$\Omega'=1,55(24+1,5\times1,55)-13\times1,55\times0,25=36,7 \text{ кв. саж.}$$

Длина моста по верху, при высотѣ насыпи въ 3,17 саж.:

$$L=24+3\times3,17+0,50=34,00 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ, для р. Баланды проектируется *два моста:*

одинъ—желѣзный, пролетомъ въ 20 саж., для перекрытія главнаго русла, съ пропускною способностью въ 60 кв. саж.; *другой, на поймѣ—деревянный*, съ площадью отверстія въ 37 кв. саж., что вмѣстѣ составляютъ 97 кв. саж. площади пропускного отверстія,—почти вдвое превышающей требуемую по даннымъ циркуляра Министерства Путей Сообщенія за № 11230, отъ 11 Ноября 1877 г. (50 кв. саж.).

Какъ мы упомянули раньше, въ разстояніи около 450 саж. выше моста, имѣется мельничная плотина; плотина эта устроена изъ навоза и во время прохода весеннихъ водъ разбирается. Слѣдовательно, прорывъ плотины можетъ имѣть мѣсто только тогда, когда вода въ руслѣ пересыхаетъ, т. е. въ межень, при чемъ, наивысшій горизонтъ воды въ прудѣ, до котораго доводится плотиной, соотвѣтствуетъ отмѣткѣ 62,40, что менѣе горизонта высокихъ водъ у плотины 62,90, почему вліяніе плотины при исчисленіи расхода не принято во вниманіе.

Главный Инженеръ *А. Юговичъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ моста написано:

На подлинномъ написано:

По докладу Департамента ж. дорогъ отъ 12 Сентября 1894 г., за № 2004, утверждены проектируемая для перекрытія главнаго русла р. Баланды, Аткарскъ-Баландинской линіи, величина отверстія желѣзнаго моста въ 20 саж. и длина деревяннаго моста чрезъ оросительную канаву на поймѣ р. Баланды въ 34,00 саж., а равно и проекты каменныхъ опоръ моста на главномъ руслѣ съ тѣмъ, чтобы:

а) глубина заложеній и системы устройства основаній каменныхъ опоръ моста на главномъ руслѣ р. Баланды, а равно и мѣры противъ ихъ подмыва были опредѣлены Инспекторомъ дороги.

б) русло канавы подъ деревяннымъ мостомъ и на протяженіи 15 саж. отъ оси моста вверхъ и внизъ по теченію было укрѣплено двойною мостовою.

в) отдѣльные пролеты и опоры деревяннаго моста на поймѣ были устроены по утвержденнымъ для нихъ типамъ, при чемъ предъ опорами, въ случаѣ требованія Инспектора дороги, были устроены прочные ледорѣзы.

За Директора Бѣлинскій, Дѣлопроизводитель Деминъ.

Вѣрно: Дѣлопроизводитель (подписалъ) Деминъ.

Съ копіей вѣрно:
Завѣдующій Чертежною А. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
желѣзной дороги.

(Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки)

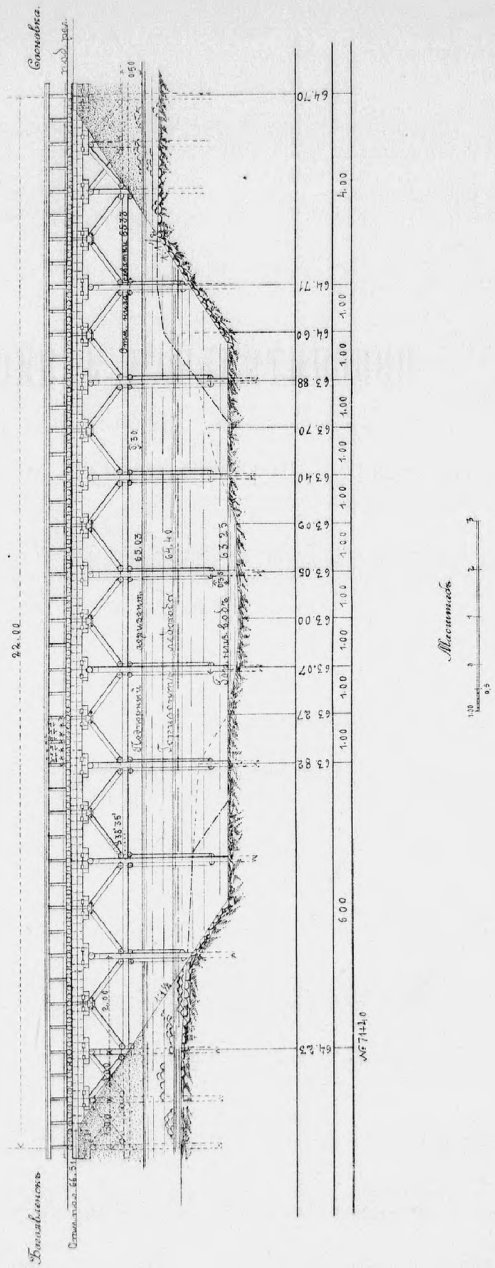
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревяннаго моста чрезъ рѣку ИЛОВАЙ.

на 8 верстѣ

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

Саратовъ. Типо-литогр. П. О. Аверкиева.



На подлинномъ написано:

Расчетъ сей разсмотрѣнъ и признанъ правильнымъ. Мая 20 дня 1894 года. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку **ИЛОВАЙ**,

на 8 верстѣ

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

Наблюденія, произведенныя надъ проходомъ весеннихъ водъ р. Иловая въ концѣ Марта и началѣ Апрѣля 1894 года, доставили слѣдующія данныя для опредѣленія расхода р. Иловай:

1) Ледоходъ начался 30 Марта при отмѣткѣ горизонта 64,40 со скоростью не превышавшей 2 фут. въ сек., при толщинѣ льдинъ до 0,25 саж. и поверхности ихъ отъ 3 до 5 кв. саж., причемъ образованія заторовъ не наблюдалось и общій характеръ ледохода былъ спокойный.

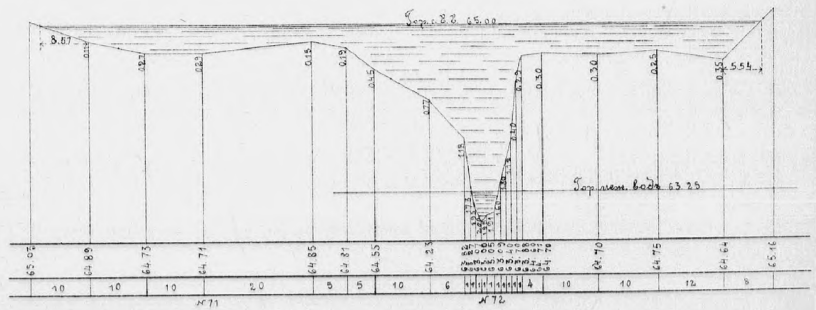
2) Наивысшаго въ настоящемъ году горизонта, соотвѣтствующаго отмѣткѣ 64,68, вода достигла 31 Марта, послѣ чего стала быстро падать и къ 5 Апрѣля понизилась до горизонта 63,50, причемъ опредѣленная посредствомъ поплавковъ скорость на поверхности получилась $v_s = 0{,}28$ саж., соотвѣтствующая, по *Вейсбаху*, средней скорости $v_0 = 0{,}837 \times 0{,}28 = 0{,}23$ саж.

3) Уклонъ р. Иловая, опредѣленный 5 Апрѣля, при горизонтѣ 63,50 саж., получился $i = 0{,}00015$.

4) Низкій горизонтъ водъ соотвѣтствуетъ отмѣткѣ 63,25 саж.

5) Наивысшій горизонтъ, котораго достигаютъ весеннія воды, по указаніямъ мѣстныхъ жителей, отвѣчаетъ отмѣткѣ 65,00.

При горизонтѣ 65,00 саж., имѣемъ:



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega=\frac{8,57\times0,11}{2}+\frac{0,11+0,27}{2}\times10+\frac{0,27+0,29}{2}\times10+\frac{0,29+0,15}{2}\times$$
$$\times20+\left(\frac{0,15}{2}+0,19+\frac{0,45}{2}\right)5+\frac{0,45+0,77}{2}\times10+$$
$$+\frac{0,77+1,18}{2}\times6+\left(\frac{1,18}{2}+1,73+1,93+2,00+1,95+1,91+\right.$$
$$\left.+1,60+1,30+1,12+0,40+\frac{0,29}{2}\right)+\frac{0,29+0,30}{2}\times4+0,30\times$$
$$\times10+\frac{0,30+0,25}{2}\times10+\frac{0,25+0,36}{2}\times12+\frac{0,36\times5,74}{2}=$$
$$=49,76 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P=\sqrt{8,57^2+0,11^2}+\sqrt{10^2+0,16^2}+\sqrt{10^2+0,02^2}+\sqrt{20^2+0,14^2}+$$
$$+\sqrt{5^2+0,04^2}+\sqrt{5^2+0,26^2}+\sqrt{10^2+0,32^2}+\sqrt{6^2+0,41^2}+$$
$$+\sqrt{1+0,55^2}+\sqrt{1+0,20^2}+\sqrt{1+0,07^2}+\sqrt{1+0,05^2}+$$
$$+\sqrt{1+0,04^2}+\sqrt{1+0,31^2}+\sqrt{1+0,30^2}+\sqrt{1+0,18^2}+$$
$$+\sqrt{1+0,72^2}+\sqrt{1+0,11^2}+4+10+\sqrt{10^2+0,05^2}+$$
$$+\sqrt{12^2+0,11^2}+\sqrt{5,54^2+0,36^2}=8,5707+10,0012+$$
$$+10,0000+20,0004+5,0001+5,0067+10,0051+6,0138+$$
$$+1,1412+1,0198+1,0024+1,0012+1,0008+1,0469+$$
$$+1,0440+1,0161+1,2322+1,0060+4,0000+10,0000+$$
$$+10,0001+12,0005+5,5516=126,66 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{P}=\frac{49,76}{126,66}=0,314 \text{ саж.}=0,67 \ mtr.$$

Средняя скорость въ нестѣсненномъ руслѣ при самомъ высокомъ горизонтѣ опредѣлится по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а:

$$v=c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ:}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}.$$

Полагая коэффиціентъ шероховатости $n=0,025$, имѣемъ:

$$c=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00015}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00015}\right)\frac{0,025}{\sqrt{0,67}}}=\frac{23+40+10,33}{1+50,33\times0,0305}=\frac{73,33}{1,535}=$$
$$=47,77;$$

и средняя скорость

$$v=47,77\sqrt{0,67\times0,00015}=0,4786 \ mtr.=0,224 \text{ саж.},$$

что близко совпадаетъ съ найденной изъ наблюденій.

Отсюда расходъ:

$$Q=\Omega\times v=49,76\times0,224=11,15 \text{ куб. саж.}$$

Сообразно съ условіями грунта скорость по дну W подъ мостомъ можетъ быть допущена въ 3 фут. $=0,43$ саж., каковой скорости, по *Dubuat*, соотвѣтствуетъ средняя скорость

$$v_0=1,33\,W=1,33\times0,43=0,572 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ, требуемая площадь пропускного отверстія

$$\Omega_1=\frac{Q}{\mu v_0}=\frac{11,15}{0,9\times0,572}=21,66 \text{ кв. саж.}$$

Для доставленія исчисленной площади *проектируется деревянный мостъ съ 9-ю двухсаженными пролетами подкосной системы и 4-мя пролетами, въ 1 саж. каждый, балочной системы*, по утвержденнымъ типамъ; причемъ предполагается снять грунтъ до горизонта меженнихъ водъ, т. е. до отмѣтки 63,25. Полученная, такимъ образомъ, площадь пропускного отверстія, за вычетомъ проекцій свай, при наибольшей глубинѣ весеннихъ водъ въ 2,00 саж., будетъ:

$$\omega=10\times1,75+(1,75)^2\times\frac{3}{2}+\frac{0,9\times0,18}{2}+\frac{0,18}{2}+0,25+0,20+$$
$$+\frac{0,16}{2}+\frac{0,5\times0,16}{2}-0,125\{0,67+1,73+2+1,84+1,30+$$
$$+0,40\}=22,83-0,99=21,84>21,66.$$

Длина моста по верху при высотѣ насыпи $h=3,26$ саж., составитъ:

$$L=3\times3,26+0,50+10,00=20,28\backsim22 \text{ саж.}$$

Теоритическій подпоръ у сооруженія

$$h=\frac{v_0^2-v_0'^2}{2g}, \text{ гдѣ:}$$

$$v_0=\frac{Q}{\mu\Omega}=\frac{11,15}{0,9\times21,84}=0,567 \text{ саж.} — \text{средняя скорость подъ мостомъ и}$$

$$v_0'=\frac{Q}{\Omega}=\frac{11,15}{49,76}=0,224 \text{ саж.} — \text{средняя скорость въ нестѣсненномъ}$$

сѣченіи:

$$h=\frac{(0,567)^2-(0,224)^2}{9,2}=0,03 \text{ саж.}$$

Отмѣтка полотна 66,51.

Отмѣтка низа продольной схватки $66,51-1,18=65,33$ саж.

Отмѣтка подпорнаго горизонта самыхъ высокихъ водъ 65,03 саж.

Возвышеніе низа схватки надъ подпорнымъ горизонтомъ

$$65,33-65,03=0,30>0,25 \text{ саж.}$$

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *И. Ефимовичъ.*

Инженеръ *А. Кнушевицкій.*

На подлинномъ написано:

Къ утвержденному проекту моста чрезъ р. Иловай, на 8-й верстѣ Богоявленскъ-Сосновской линіи. Іюля 6 дня 1894 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревяннаго моста подкосной системы

пролетами въ 2,00 саж.

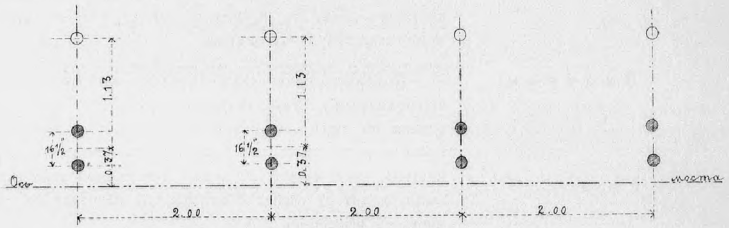
чрезъ р. ИЛОВАЙ,

на 8 верстѣ, пик. №. 71+42,

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

Длина моста 22 саж.

Опоры моста состоятъ каждая изъ 6 свай 6 вер. лѣса, забитыхъ въ одинъ рядъ и размѣщенныхъ другъ отъ друга на опредѣленномъ разстояніи, согласно прилагаемой схемы:



Сваи, составляющія опору, связаны между собою поперечными горизонтальными и діагональными схватками изъ 5 вер. бревенъ и пластинъ 6 вер. лѣса (6 вер.×3 вер.). Разстояніе между осями двухъ опоръ 2,00 саж. Всѣ опоры соединены между собою продольными схватками, выше подпорнаго горизонта на 0,30 саж.

Верхняя часть опоры, выше продольной связи, состоитъ изъ 4-хъ коренныхъ свай по 2 подъ каждый прогонъ, двухъ боковыхъ подкосовъ изъ 6 вер. бревенъ, верхней насадки длиною 1,40 саж. и нижняго лежня, изъ 5 вер. бревенъ, зажатыхъ между сваями.

Выше продольныхъ схватокъ моста въ каждой опорѣ лежитъ 2-й рядъ поперечныхъ схватокъ изъ 6 вер. бревенъ, въ которые упираются подкосы моста. Всѣ схватки соединены между собою болтами, какъ показано на чертежѣ.

Подкосы моста, расположенные подъ угломъ 38°35′ къ горизонту, раздѣляютъ каждый пролетъ на 2 расчетныхъ пролета по 1,00 саж.

На подкосныхъ рамахъ расположены два прогона, состоящіе каждый изъ 4-хъ шестивершковыхъ бревенъ, лежащихъ въ два ряда одинъ надъ другимъ. Подбалки, длиною 0,50, также изъ 6 вер. бревенъ. Прогоны соединены между собою и съ поперечинами болтами, а также вертикальными діагональными схватками 5 вер. круглаго лѣса, расположенными въ узлахъ подкосныхъ рамъ на разстояніи 2 саж. одна отъ другой.

Проѣзжая часть состоитъ изъ поперечинъ $8'' \times 10''$, расположенныхъ въ разстояніи $14''$ между осями.

На поперечинахъ расположенъ настилъ, состоящій изъ досокъ $10'' \times 2{,}5''$ и двухъ охранныхъ брусьевъ $8'' \times 6^1/_2''$.

Сопряженіе моста съ откосами насыпи, для избѣжанія давленія земли на подкосы и для правильной насыпки и осадки откоса насыпи, сдѣлано односаженными пролетами, такъ чтобы подкосы были внѣ откоса насыпи.

Опорныя части въ откосѣ насыпи состоятъ изъ четырехъ свай подъ прогонами, безъ откосовъ и связей.

Расчетъ частей моста.

Проѣзжая часть.

Такъ какъ проѣзжая частъ моста чрезъ рѣку Иловай проэктируется той же конструкціи, какъ это принято въ утвержденномъ по журналу Инженернаго Совѣта отъ 16 и 28 Февраля 1894 года, за № 18, типѣ мостовъ подкосной системы пролетами 4,00 саж. изъ круглаго лѣса, то посему повторять расчетъ проѣзжей части не представляется необходимымъ.

Подкосы.

Подкосамъ точно также приданы размѣры, соотвѣтствующіе вышеупомянутому типу для пролетовъ въ 2,00 саж., которые проектированы въ типѣ для сопряженія моста съ насыпью. Вся разница проекта моста чрезъ р. Иловай, съ упомянутымъ типомъ подкосныхъ мостовъ, заключается въ томъ, что парныя сваи замѣнены одиночными, а потому остается опредѣлить нагрузку на сваю и достаточность ея размѣровъ.

Сваи.

Опора, состоящая изъ одного ряда свай, по шести въ каждомъ, соединенныхъ насадками, а также горизонтальными и діагональными схватками, несетъ нагрузку отъ всего верхняго строенія въ пролетѣ 2,00 саж.

Для запаса мы будемъ считать, что всю нагрузку принимаютъ однѣ коренныя сваи (числомъ 4).

Проѣзжая часть.

На 1 пог. саж. пролета.

Опредѣлимъ **постоянную нагрузку** расчетнаго пролета.

а) 1) Рельсы и скрѣпленія $2 \times 0{,}75 \times 7$ . . . = 10,55 пуд.

2) Настилъ:

а) доски $8\,\frac{10 \times 2^1/_2}{144} \times 7 \times 1{,}12$ . . . . . = 10,88 „

б) охранные брусья $2\,\frac{8 \times 6^1/_2}{144} \times 7 \times 1{,}12$ . . = 5,66 „

3) а) Перила $4 \times \frac{6 \times 6}{144} \times 7 \times 1{,}12$ . . . . . = 7,84 пуд.

б) Стойки $2 \times \frac{6 \times 6}{144} \times 1{,}70 \times 1{,}12$ . . . . . = 0,95 „

4) Поперечины изъ круглаго лѣса, отесеннаго на 2 канта, сѣченія 76,50 кв. дюйм.

а) короткія $4 \times \frac{76{,}50}{144} \times 10{,}50 \times 1{,}12$ . . . = 24,99 „

б) длинныя $2 \times \frac{76{,}50}{144} \times 21 \times 1{,}12$ . . . . = 24,99 „

5) Прогоны $8 \times \frac{86{,}55}{144} \times 7 \times 1{,}12$ . . . . . = 37,70 „

6) Кресты подъ прогонами $2 \times \frac{60{,}13}{144} \times 4{,}50 \times 1{,}12$ = 4,12 „

7) Болты, скобы и проч. . . . . = 16,32 „

144,00 пуд.;

слѣдовательно, нагрузка на пролетъ отъ проѣзжей части будетъ 2×144 . . . . . = 288 пуд.

б) Подбалка $8 \times \frac{86{,}55}{144} \times 3{,}5 \times 1{,}12$ . . . . . = 18,52 „

в) Верхняя насадка $\frac{86{,}55}{144} \times 9{,}8 \times 1{,}12$ . . . . = 6,48 „

г) Діагональныя схватки, пластинныя:

$2 \times \frac{86{,}55}{2 \times 144} \times 19{,}30 \times 1{,}12$ . . . . . = 12,78 „

Поперечныя схватки короткія, изъ 6 вершковаго лѣса: $2 \times \frac{86{,}55}{144} \times 12{,}6 \times 1{,}12$ . . . . . = 16,94 „

Поперечныя схватки длинныя, изъ 5 вершковаго лѣса: $2 \times \frac{60{,}13}{144} \times 3{,}25 \times 7 \times 1{,}12$ . . . . = 21,28 „

Тоже сѣченіемъ 6 вер. $\times$ 3 вер., пластинныя:

$2 \times \frac{86{,}55}{2 \times 144} \times 3{,}25 \times 7 \times 1{,}12$ . . . . . = 15,31 „

Продольныя схватки, пластинныя:

$4 \times \frac{86{,}55}{2 \times 144} \times 14 \times 1{,}12$ . . . . . = 18,85 „

Тоже 5 вер., опорныя для подкосовъ:

$2 \times \frac{60{,}13}{144} \times 14 \times 1{,}12$ . . . . . = 13,09 „

Прижимной брусъ $\frac{45}{144} \times 9{,}8 \times 1{,}12$ . . . . = 3,43 „

д) Подкосы:

Длина подкоса опредѣлится изъ уравненія:

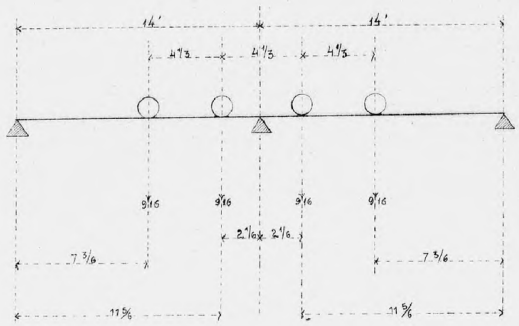
$$l=\frac{7',00}{Cos\alpha}=8',95, \text{ гдѣ } \alpha=38°35'.$$

Вѣсъ 2-хъ подкосовъ $2\times\frac{86,55}{144}\times 8,95\times 1,12=$ 12,05 пуд.

Болты, скобы и проч. . . . . $=$ 8,27 „

Полная постоянная нагрузка
на пролетъ 2,00 саж., всего 435,00 пуд.

Временная нагрузка на пролетъ 2,00 саж.



Наибольшая вертикальная нагрузка на опору получится при показанномъ на схемѣ расположеніи подвижныхъ грузовъ на пролетахъ.

Давленіе на среднюю опору будетъ:

$$K=\frac{916}{14}(2\times 11^5/_6+2\times 7^3/_6)=\frac{916}{14}(23^2/_3+15)=\frac{916}{14}\times$$
$$\times 38^2/_3=\frac{916\times 116}{14\times 3}=2043,4\backsim 2044 \text{ пуд.}$$

Полная нагрузка P на одну сваю:

$$P=\frac{435+2044}{4}=619,75\backsim 620 \text{ пуд.}$$

Напряженіе матеріала сваи:

$$R=\frac{620}{86,55}=7,16 \text{ пуд. на кв. дюйм.}$$

Для сваи подъ опору при забивкѣ въ грунтъ опредѣлены слѣдующія условія:

1) Наибольшая нагрузка на сваю . . . . . $P=620$ пуд.

2) Вѣсъ бабы . . . . . $Q=30$ „

3) Высота подъема бабы:

а) при ручномъ копрѣ . . . . . $h=0,50$ саж.

б) „ машинномъ „ . . . . . $h=1,50$ „

4) Число ударовъ въ залогѣ:

а) при ручномъ копрѣ. . . . . $n=25$.

б) „ машинномъ „ . . . . . $n=10$.

5) Вѣсъ сваи . . . . . $q=25$.

6) Коэффиціентъ, допущенный:

а) для ручного копра . . . . . $m=20$.

б) „ машиннаго „ . . . . . $m=8$.

Тогда отказъ отъ послѣдняго залога e найдемъ по формулѣ:

$$P=\frac{nQ^2h}{me(Q+q)}+\frac{Q+q}{m}$$

а) для ручного копра:

$$620=\frac{25\times 30^2\times 0,50}{20\times e_a\times(30+25)}+\frac{30+25}{20};$$

откуда $e_a=0,016$ саж.

б) для машиннаго копра:

$$620=\frac{10\times 30^2\times 1,50}{8\times e_б\times(30+25)}+\frac{30+25}{8};$$

откуда $e_б=0,05$ саж.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *Н. Ивановъ.*

На утвержденномъ проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію. Іюля 6-го дня 1894 года. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ. Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

Примѣчаніе 1. *Отношеніемъ Г. Инспектора отъ 20 Мая 1894 г. № 1574, при утвержденіи расчета отверстія моста, постановлено требованіе, чтобы проектируемая срѣзка грунта въ отверстіи моста была произведена по очертанію, показанному на чертежѣ пунктиромъ—·—·—, причемъ срѣзка эта должна быть распространена на длину 10 саж. выше и ниже моста.*

Примѣчаніе 2. *Согласно отношенію Г. Инспектора отъ 14 Іюля 1894 г. № 1740, при которомъ препровожденъ одобренный проектъ моста, утвержденіе сего проекта обусловливается обязательнымъ соблюденіемъ требованія, чтобы въ случаѣ невозможности избѣжать наращиванія коренныхъ свай, таковое обязательно производилось крестомъ и средній, по высотѣ соединенія, хомутъ, былъ сдѣланъ двойнымъ, такъ чтобы онъ обхватывалъ какъ наращенную, такъ и сосѣднюю, парную ей, сваю.*

Примѣчаніе 3. *Отношеніемъ Г. Инспектора отъ 29 Сентября 1894 г. № 1987, постановлено требованіе (согласно предложенію Департамента ж. д. отъ 20 Сентября 1894 г. № 16792), чтобы ледорѣзы на мосту не устраивались въ притыкъ къ опорамъ моста, какъ это показано на проектѣ моста, причемъ за минимумъ разстоянія между ледорѣзами и опорами полагается принять одну сажень.*

Примѣчаніе 4. *Согласно отношенія Г. Инспектора за № 2110 отъ 4-го Ноября 1894 г., устройство ледорѣзовъ разрѣшено по типу № 4 изъ 6 свай (∘∘∘∘∘), утвержденному 7 Мая 1893 г. за № 662, причемъ край ледорѣза, ближайшій къ опорѣ, необходимо располагать въ разстояніи не менѣе 1,00 сажени отъ края сей послѣдней.*

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

Расчетъ сей разсмотрѣнъ и признанъ правильнымъ. Мая 21 дня 1894 года.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

См. примѣчаніе въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревяннаго моста чрезъ рѣку ВИШНЕВУЮ,

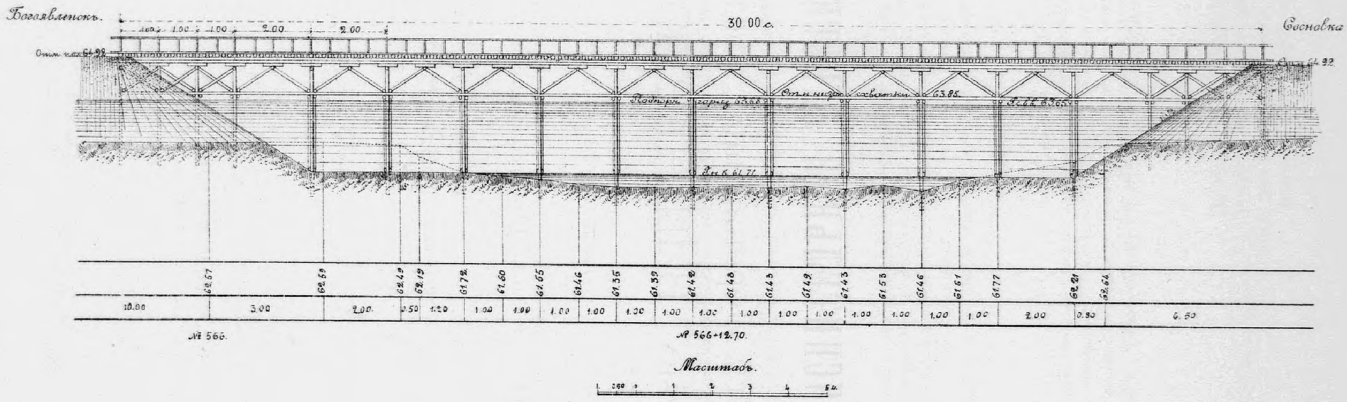
на 23 верстѣ

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. И. С. ФЕОКРИТОВА

Общій видъ деревяннаго моста чрезъ р. Вишневую,

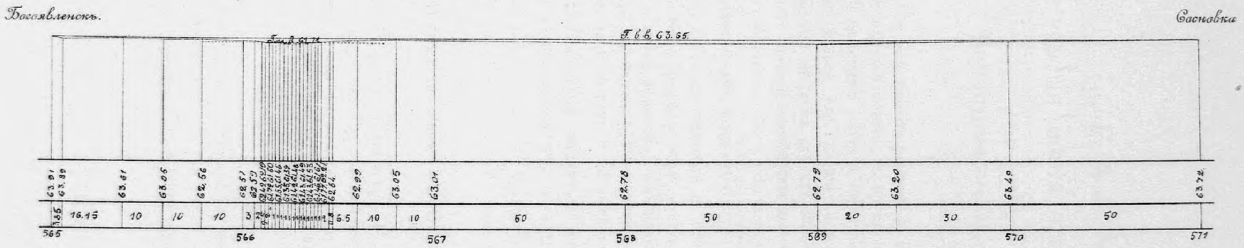
на 23-й вер. Богоявленск-Сосновской линіи.



Примѣчаніе. Типъ моста принятъ утвержденный для моста чрезъ р. Иловай на 8 вер. Богоявленскъ-Сосновской линіи.

Черт. № 1.

Живое сѣченіе рѣки Вишневой по оси линіи.



РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку **ВИШНЕВУЮ**,

на 23 верстѣ

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

Для опредѣленія расхода р. Вишневой были произведены весною 1894 года наблюденія въ трехъ живыхъ сѣченіяхъ: по оси линіи и въ 20 саженяхъ выше и ниже ея. Достовѣрныя данныя получены, однако, только для сѣченія по оси линіи, такъ какъ тщательности наблюденія въ двухъ другихъ сѣченіяхъ препятствовала крайняя медленность ледохода вслѣдствіе недостаточнаго подъема воды, которая, такимъ образомъ, долго шла поверхъ льда.

Данныя эти слѣдующія:

1) Высшаго горизонта въ 1894 году, соотвѣтствующаго отмѣткѣ 63,17 саж. весеннія воды достигли 31 Марта. Съ этимъ горизонтомъ совпалъ ледоходъ, проходившій совершенно спокойно, со скоростью не болѣе 0,17 саж.=1,2 фута въ секунду, при толщинѣ льдинъ до 0,15 саж. и площади ихъ до 7 кв. саж.

2) Наивысшій возможный горизонтъ весеннихъ водъ, по указаніямъ мѣстныхъ жителей, соотвѣтствуетъ отмѣткѣ 63,65 саж.

3) Отмѣтка низкаго горизонта—61,71.

4) Уклонъ опредѣленъ при отмѣткѣ горизонта 63,17 и получился $i=0,00002$.

5) Отмѣтки живого сѣченія по оси линіи показаны на чертежѣ № I.

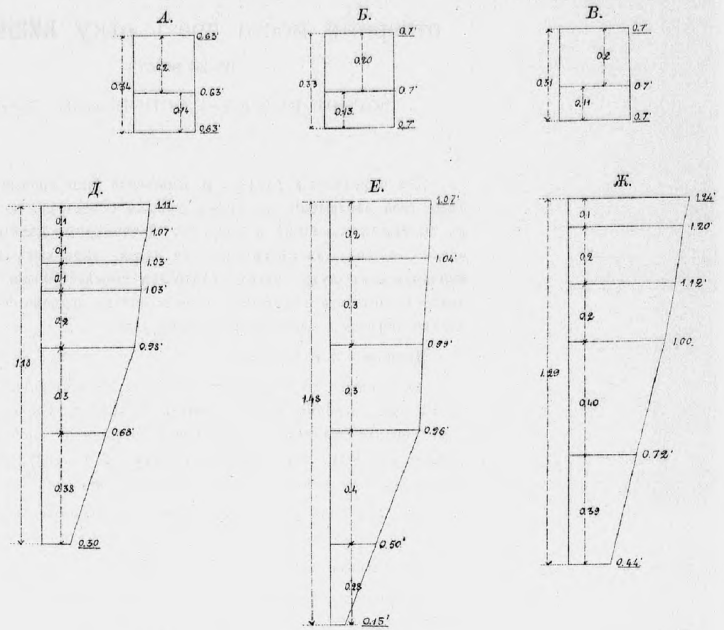
6) Скорость наблюдалась 1 Апрѣля при горизонтѣ, отвѣчающемъ отмѣткѣ 62,90, при помощи вертушки *Амслера*, подвергнутой предварительно испытанію въ стоячей водѣ, при чемъ между скоростью въ футахъ въ секунду *(v)* и числомъ оборотовъ въ секунду *(n)* получилась слѣдующая зависимость:

$$v=0,40+0,34n.$$

Наблюденія вертушкой производились по шести слѣдующимъ вертикалямъ:

По вертикали	*А*	соотвѣтствующей	пикету	. . .	№ 565+40.
„ „	*Б*	„	„	. . .	№ 565+46.
„ „	*В*	„	„	. . .	№ 566+3.
„ „	*Д*	„	„	. . .	№ 566+6,7.
„ „	*Е*	„	„	. . .	№ 566+12,7.
„ „	*Ж*	„	„	. . .	№ 566+19,7.

Вычисляя скорости, соотвѣтствующія наблюденнымъ числамъ оборотовъ и вычертивъ кривыя скоростей, найдемъ среднія скорости для каждой вертикали, раздѣливъ площадь между кривой, крайними ординатами и осью абциссъ на высоту вертикали. Такимъ образомъ получатся среднія скорости:



$$v_A = \frac{0,63}{7} = 0,09 \text{ саж.}$$

$$v_Б = \frac{0,7}{7} = 0,10 \text{ саж.}$$

$$v_В = \frac{0,7}{7} = 0,10 \text{ саж.}$$

$$v_Д = \frac{0,10(1,09+1,05+1,03)+0.2\times1,005+0,3\times0,83+0,38\times0,49}{1,18\times7} =$$
$$= 0,115 \text{ саж.}$$

$$v_Е = \frac{0,2\times1,055+0,3(1,015+0,975)+0,40\times0,73+0,28\times0,325}{7\times1,48} =$$
$$= 0,115 \text{ саж.}$$

$$v_Ж = \frac{0,1\times1,22+0,2(1,16+1,06)+0,4\times0,86+0,39\times0,58}{7\times1,29} =$$
$$= 0,126 \text{ саж.}$$

Площади частей живого сѣченія между каждой парой вертикалей и отъ крайнихъ вертикалей до урѣза воды, при отмѣткѣ горизонта 62,90, будутъ:

$$\omega_{О-А} = 7\times0,17 = 1,19 \text{ кв. саж.}$$

$$\omega_{А-Б} = 6\times\frac{0,34+0,33}{2} = 2,01 \text{ кв. саж.}$$

$$\omega_{Б-В} = 4\times\frac{0,33}{2} + 3\times\frac{0,33+0,31}{2} = 1,62 \text{ кв. саж.}$$

$$\omega_{В-Д} = 2\times\frac{0,31+0,41}{2} + 0,5\times\frac{0,41+0,71}{2} + 1,2\times\frac{0,71+1,18}{2} =$$
$$= 2,13 \text{ кв. саж.}$$

$$\omega_{Д-Е} = \frac{1,18}{2} + 1,30+1,35+1,44+1,55+1,51+0,74 = 8,48 \text{ кв. с.}$$

$$\omega_{Е-Ж} = 0,74+1,42+1,47+1,41+1,47+1,37+1,44\times\frac{1,29}{2} =$$
$$= 9,97 \text{ кв. саж.}$$

$$\omega_{Ж-О} = \frac{1,29+1,13}{2} + 2\times\frac{1,13+0,68}{2} + 0,8\times\frac{0,69+0,26}{2} + 4,83\times$$
$$\times 0,13 = 3,84 \text{ кв. саж.}$$

Такимъ образомъ все живое сѣченіе:

$$\Omega_1 = 29,24 \text{ кв. саж.}$$

Расходъ при отмѣткѣ горизонта 62,90 получится, взявши сумму произведеній частныхъ площадей ω на соотвѣтственныя среднія скорости между вертикалями, а именно:

$$Q_1 = 1,19\times0,045 + 2,01\times0,095 + 1,62\times0,10 + 2,13\times0,1075 +$$
$$+ 8,48\times0,115 + 9,97\times0,1205 + 3,84\times0,063 = 3,054 \text{ куб. саж.}$$

Отсюда средняя скорость всего сѣченія при отмѣткѣ 62,90 саж., по наблюденіямъ, равна:

$$v'_0 = \frac{3,054}{29,24} = 0,104 \text{ саж.}$$

Средняя скорость р. Вишневой при наивысшемъ возможномъ горизонтѣ, соотвѣтствующемъ отмѣткѣ 63,65 опредѣлится по формулѣ:

$v = c\sqrt{Ri}$, гдѣ, по *Ganguillet* и *Kutter*'у,

$$c = \frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}.$$

Для упомянутаго горизонта найдемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega=\frac{2,31\times0,04}{2}+\frac{0,04+0,60}{2}\times10+\frac{0,60+1,09}{2}\times10+\frac{1,09+1,08}{2}\times$$
$$\times10+\frac{1,08+1,06}{2}\times3+\frac{1,06+1,16}{2}\times2+\frac{1,16+1,46}{2}\times0,5+$$
$$+\frac{1,46+1,93}{2}\times1,2+\frac{1,93}{2}+2,05+2,10+2,19+2,30+2,26+$$
$$+2,23+2,17+2,22+2,16+2,22+2,12+2,19+2,04+\frac{1,88}{2}+$$
$$+\frac{1,88+1,44}{2}\times2+\frac{1,44+1,01}{2}\times0,8+\frac{1,01+0,66}{2}\times6,5+$$
$$+\frac{0,66+0,60}{2}\times10+\frac{0,60+0,64}{2}\times10+\frac{0,64+0,87}{2}\times50+$$
$$+\frac{0,87+0,86}{2}\times50+\frac{0,86+0,45}{2}\times20+\frac{0,45+0,16}{2}\times30+$$
$$+\frac{0,16\times34,78}{2}=189,10 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P=\sqrt{2,31^2+0,04^2}+\sqrt{0,56^2+10^2}+\sqrt{10^2+0,49^2}+\sqrt{10^2+0,01^2}+$$
$$+\sqrt{3^2+0,02^2}+\sqrt{2^2+0,1^2}+\sqrt{0,5^2+0,3^2}+\sqrt{1,2^2+0,47^2}+$$
$$+\sqrt{1^2+0,12^2}+\sqrt{1^2+0,05^2}+\sqrt{1^2+0,09^2}+\sqrt{1^2+0,11^2}+$$
$$+\sqrt{1^2+0,04^2}+\sqrt{1^2+0,03^2}+\sqrt{1^2+0,06^2}+\sqrt{1^2+0,05^2}+$$
$$+\sqrt{1^2+0,06^2}+\sqrt{1^2+0,06^2}+\sqrt{1^2+0,10^2}+\sqrt{1^2+0,07^2}+$$
$$+\sqrt{1^2+0,15^2}+\sqrt{1^2+0,16^2}+\sqrt{2^2+0,44^2}+\sqrt{0,8^2+0,43^2}+$$
$$+\sqrt{6,5^2+0,35^2}+\sqrt{10^2+0,06^2}+\sqrt{10^2+0,04^2}+$$
$$+\sqrt{50^2+0,23^2}+50+\sqrt{20^2+0,41^2}+\sqrt{30^2+0,29^2}+$$
$$+\sqrt{34,78^2+0,16^2}=267,66 \text{ саж.}$$

Отсюда подводный радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{P}=\frac{189,10}{267,66}=0,706 \text{ саж.}=1,506 \ mtr.$$

Полагая въ формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а коэффиціентъ шероховатости $n=0,025$ и вставляя въ нее вышенайденное значеніе R и наблюденное значеніе для уклона i, имѣемъ:

$$c=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00002}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00002}\right)\frac{0,025}{\sqrt{1,506}}}=\frac{23+40+77,5}{1+100,5\times\frac{0,025}{1,227}}=\frac{140,5}{3,05}=$$
$$=46,06;$$

и средняя скорость при отмѣткѣ горизонта 63,65:

$$v=46,06\sqrt{1,506\times0,00002}=0,0055\times46,06=0,253 \ mtr.=$$
$$=0,118 \text{ саж.},$$

т. е. всего на 0,014 саж. больше наблюденной при отмѣткѣ горизонта 62,90.

Расходъ при наивысшемъ горизонтѣ:

$$Q=\Omega\times v=189,10\times0,118=22,31 \text{ куб. саж.}$$

По свойству грунта русла рѣки, скорость по дну можетъ быть допущена $W=3$ фут. $=0,43$ саж., каковой скорости соотвѣтствуетъ, по *Дюбуа*, средняя скорость $v_0=1,33W=0,572$ саж.

Такимъ образомъ необходимая для пропуска весеннихъ водъ площадь отверстія:

$$\Omega_0=\frac{Q}{\mu v_0}, \text{ гдѣ } \mu=0,9 \text{ — коэффиціентъ сжатія струи.}$$

$$\Omega_0=\frac{22,31}{0,9\times0,572}=43,35 \text{ саж.}$$

Для доставленія исчисленной площади *проектируется устройство деревяннаго моста, состоящаго изъ 12 пролетовъ подкосной системы, въ 2 сажени каждый и 6-ти балочныхъ по 1 сажени, по утвержденнымъ типамъ*, при чемъ длина моста по низу будетъ 19,87 сажень, а длина его по верху, при съемѣ грунта до отмѣтки низкаго горизонта (61,71) и высотѣ насыпи 3,21 саж., будетъ:

$$L=19,87+3\times3,21+0,50=30 \text{ саж.}$$

Площадь пропускного отверстія за вычетомъ проекцій свай, при наибольшей глубинѣ весенняго потока $63,65-61,35=2,30$ саж. и разности весенняго и низкаго горизонтовъ $63,65-61,71=1,94$ саж., будетъ:

$$\omega_0=\frac{19,87\times2+3\times1,94}{2}\times1,94+\omega_1-0,125\{13\times1,94+2\times0,28+$$
$$+0,26+0,36+0,29+2\times0,28+0,25\};$$

гдѣ ω_1 есть площадь живого сѣченія при низкомъ горизонтѣ, соотвѣтствующемъ отмѣткѣ 61,71, а именно:

$$\omega_1=\frac{0,92\times0,11}{2}+\frac{0,11}{2}+0,16+0,25+0,36+0,32+0,29+0,23+$$
$$+0,28+0,22+0,28+0,18+0,25+\frac{0,10}{2}+\frac{0,63\times0,10}{2}=$$
$$=3,00 \text{ кв. саж., а потому } \omega_0=44,19+3,00-2,95=44,24>$$
$$>43,35 \text{ кв. саж.}$$

Теоретическій подпоръ у сооруженія опредѣлится по формулѣ:

$$h=\frac{v_0^2-v'^2_0}{2g}, \text{ гдѣ } v_0=\frac{Q}{\mu\omega_0}=\frac{22,31}{0,9\times44,24}=0,56 \text{ саж. есть средняя скорость подъ мостомъ.}$$

$$v'_0=\frac{Q}{\Omega}=\frac{22,31}{189,10}=0,118 \text{ — средняя скорость въ нестѣсненномъ руслѣ.}$$

$$h=\frac{(0,56)^2-(0,118)^2}{9,2}=0,03 \text{ саж.}$$

Отмѣтка бровки полотна 64,92.

„ низа схватки 64,92—1,07=63,85.

„ подпорнаго горизонта 63,68.

Возвышеніе низа схватки надъ подпорнымъ горизонтомъ равно 0,17 саж.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Инженеръ *А. Кнушевицкій.*

Примѣчаніе.

Согласно отношенія Г. Инспектора за № 2110 отъ 4 Ноября 1894 г., устройство ледорѣзовъ разрѣшено по типу № 4 изъ 6 свай, утвержденному 7 Мая 1893 г. за № 662, при чемъ край ледорѣза, ближайшій къ опорѣ, необходимо располагать въ разстояніи не менѣе 1,00 сажени отъ края сей послѣдней.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

Предположенное, согласно сему расчету, отверстіе моста чрезъ рѣку Лѣсной-Воронежъ—утверждено Департаментомъ желѣзныхъ дорогъ по докладу отъ 27 Іюня 1894 года № 1427; причемъ выборъ системы ледорѣзовъ, для этого моста, предоставленъ Инспектору дорогъ по соглашенію съ Управленіемъ работъ. Сентября 29 дня 1894 года.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

См. примѣчаніе на стр. 8.

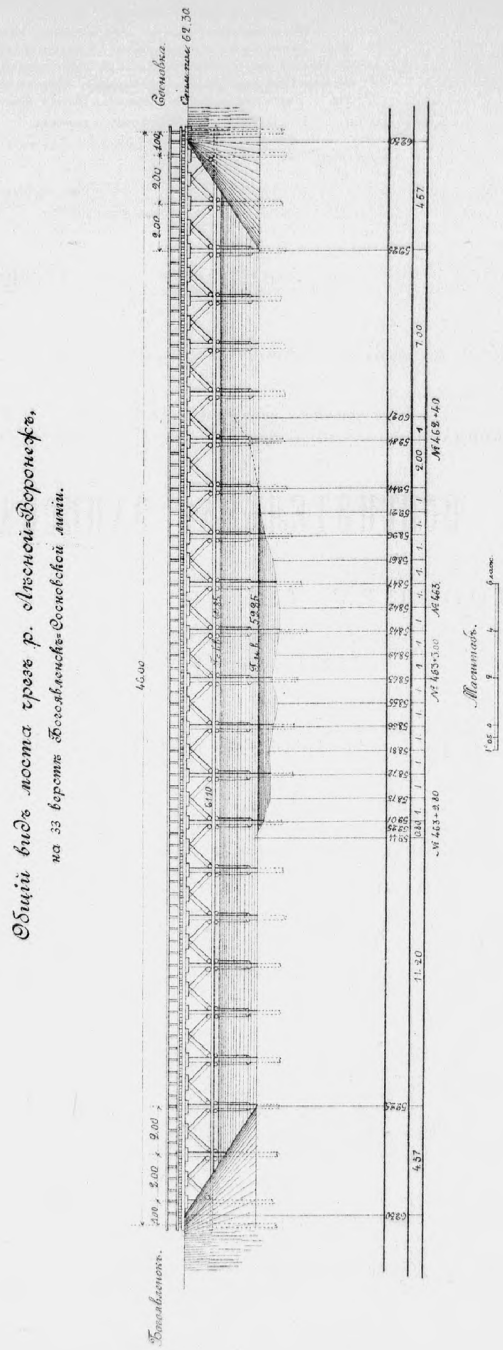
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревяннаго моста чрезъ рѣку ЛѢСНОЙ-ВОРОНЕЖЪ,

на 33 верстѣ

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

Саратовъ. Типо-литогр. И. С. Фокеритова.



РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ р. ЛѢСНОЙ-ВОРОНЕЖЪ,

на 33 верстѣ

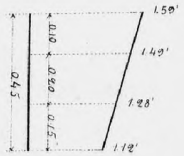
Богоявленскъ-Сосновской линіи.

Для производства наблюденій были разбиты три поперечныхъ сѣченія и установлены створы для опредѣленія скорости теченія вертушкой *Амслера*, для которой, согласно прежде произведенныхъ наблюденій, скорость, въ зависимости отъ числа оборотовъ въ секунду, опредѣляется изъ уравненія:

$$v \text{ футъ} = 0{,}40 + 0{,}34 \times n;$$

n — число оборотовъ.

Прибыль воды началась 26 Марта; ледоходъ начался 2-го Апрѣля при горизонтѣ 60,41; наибольшаго горизонта 60,63 саж. вода достигла сейчасъ послѣ окончанія ледохода вечеромъ 3 Апрѣля и въ это время удалось сдѣлать наблюденіе вертушкой на правой поймѣ у пикета № 465.



Опредѣливъ, согласно указанныхъ коэффиціентовъ, скорости и составляя кривую скоростей, получаемъ среднюю скорость въ этой вертикали:

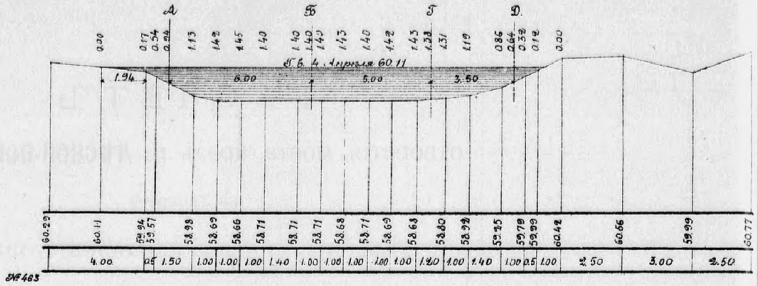
$$\frac{0{,}10 \times 1.54 + 0{,}2 \times 1{,}385 + 0{,}15 \times 1{,}20}{7 \times 0{,}45} = 0{,}194 \text{ саж.}$$

Такъ какъ у № 465 наибольшая глубина поймы, то для будущаго расчета можно съ достаточной увѣренностью за среднюю скорость воды по правой поймѣ, при горизонтѣ 60,63 саж., принять цифру $\frac{0{,}194}{2} = 0{,}097$ саж.

Къ утру 4 Апрѣля вода уже значительно убавилась и достигла горизонта 60,11; при этой отмѣткѣ были сдѣланы наблюденія вертушкой по сѣченію рѣки, соотвѣтствующему оси линіи, показанному на прилагаемомъ чертежѣ.

Живое сѣченіе р. Лѣсной-Воронежъ

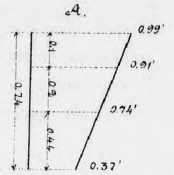
по оси моста при гор. 60,11.



На двухъ другихъ сѣченіяхъ наблюденія получились неудачныя, какъ вслѣдствіе измѣненія горизонта рѣки, такъ, главнымъ образомъ, вслѣдствіе сильной бури, недопускавшей правильной работы на лодкахъ. Во время наблюденія по оси линіи поймa уже освободилась отъ воды; работа производилась на вертушкахъ *А, Б, Г* и *Д*.

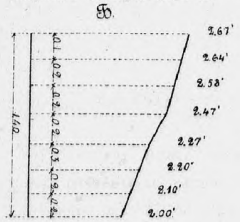
Переводя число поворотовъ вертушки въ соотвѣтственныя скорости и вычерчивая кривыя скоростей, получаемъ среднія скорости v на вертикаляхъ:

Скорости на вертикали А.



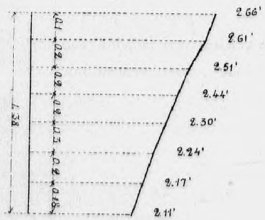
$$v_A=\frac{0,1\times0,095+0,2\times0,825+0,44\times0,555}{7\times0,74}=0,081 \text{ саж.}$$

Скорости на вертикали Б.



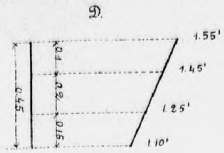
$$v_Б=\frac{0,10\times2,655+0,20\,(2,61+2,525+2,37)+0,30\times2,235}{7\times1,40}+$$
$$+\frac{0,2(2,15+2,05)}{7\times1,40}=0,334 \text{ саж.}$$

Скорости на вертикали Г.



$$v_Г=\frac{0,1\times2,635+0,2\,(2,56+2,475+2,37)+0,3\times2,27}{1,38\times7}+$$
$$+\frac{0,2\times2,205+0,18\times2,14}{1,38\times7}=0,336 \text{ саж.}$$

Скорости на вертикали Д.



$$v_Д=\frac{0,1\times1,5+0,2\times1,35+0,15\times1,175}{7\times0,45}=0,189 \text{ саж.}$$

Отсюда среднія скорости между вертикалями:

$v_{OA}=0,040$; $v_{AБ}=0,207$; $v_{БГ}=0,335$; $v_{ГД}=0,262$; $v_{ДO}=0,095$.

Соотвѣтственныя площади живого сѣченія получаются:

$$\omega_{OA}=\frac{1,94\times0,17}{2}+0,5\,\frac{0,17+0,54}{2}+\frac{0,54+0,94}{2}=1,082;$$

$$\omega_{AБ}=0,5\,\frac{0,94+1,13}{2}+\frac{1,13+1,42}{2}+\frac{1,42+1,45}{2}+\frac{1,45+1,40}{2}+$$
$$+1,4\times1,4+0,5\times1,4=7,312;$$

$$\omega_{БГ}=\frac{1,4}{2}+1,43+1,4+\frac{1,40}{2}+1,42+\frac{1,43}{2}+0,5\,\frac{1,43+1,38}{2}=$$
$$=7,067;$$

$$\omega_{ГД}=0,7\,\frac{1,38+1,31}{2}+\frac{1,31+1,19}{2}+1,4\,\frac{1,19+0,86}{2}+$$
$$+0,4\,\frac{0,86+0,64}{2}=3,926;$$

$$\omega_{ДO}=0,6\,\frac{0,64+0,32}{2}+0,5\,\frac{0,32+0,12}{2}+\frac{0,28\times0,12}{2}=0,415.$$

Отсюда получаемъ расходъ рѣки во время наблюденій:

$$q=1,082\times0,040+7,312\times0,207+7,067\times0,335+3,926\times0,262+$$
$$+0,415\times0,095=4,98 \text{ куб. саж.}$$

Вся площадь живого сѣченія $\omega=19,80$.

Подводный периметръ:

$$P=1,95+1,06+1,61+1,04+1,00+1,00+1,40+1,00+1,00+$$
$$+1,00+1,00+1,21+1,43+1,14+0,54+0,30=17,68 \text{ саж.}$$

и отсюда средняя скорость:

$$v=\frac{q}{\omega}=0,25.$$

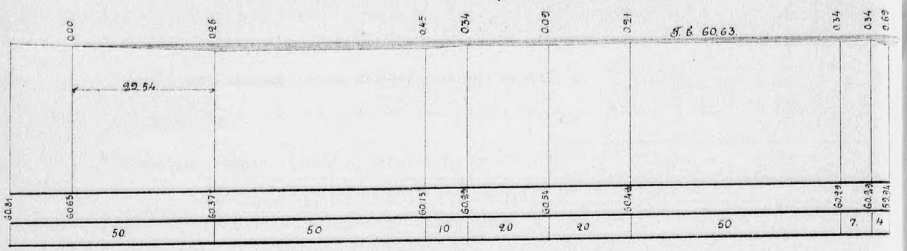
Средній радіусъ:

$R=\frac{\omega}{P}=1,12$ и соотвѣтственный сему радіусу коэффиціентъ, изъ формулы *Базена:*

$$C=33,15.$$

Что касается правой поймы, то при вышеуказанномъ горизонтѣ 60,63 площадь живого сѣченія равняется:

Живое сѣченіе правой поймы
при г. в. 60,63.



$$29{,}54\times\frac{0{,}26}{2}+50\frac{0{,}26+0{,}45}{2}+10\frac{0{,}45+0{,}34}{2}+20\frac{0{,}34+0{,}09}{2}+$$
$$+20\frac{0{,}09+0{,}21}{2}+50\frac{0{,}21+0{,}34}{2}+7\times0{,}34+4\frac{0{,}34+0{,}69}{2}=$$
$$=51{,}03 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P=29{,}54+50{,}00+10{,}00+20{,}00+20{,}00+50{,}00+7{,}00+4{,}02=$$
$$=190{,}56.$$

Подводный радіусъ $=0{,}267$ и соотвѣтственный сему радіусу коэффиціентъ:

$$C=22{,}89.$$

Система моста.

Хотя льдины на рѣкѣ Лѣсномъ-Воронежѣ достигаютъ значительной величины, но благодаря незначительной скорости ледоходъ совершается спокойно; притомъ на рѣкѣ въ нѣсколькихъ верстахъ выше, у села Стараго Юрьева, имѣется хорошо построенный земскій деревянный мостъ, съ деревянными ледорѣзами, служащій безъ всякихъ поврежденій по показаніямъ старожиловъ уже продолжительное время.

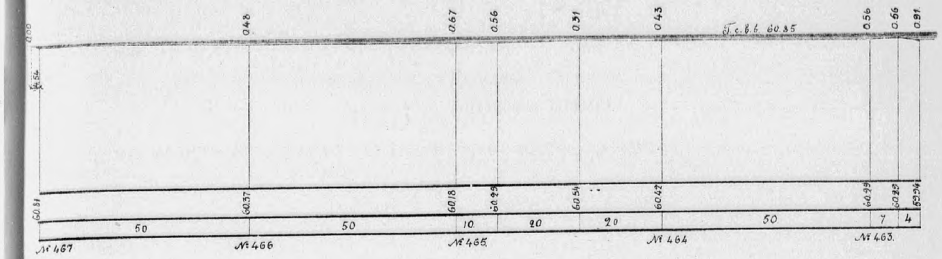
Поэтому *предполагается построить деревянный мостъ подкосной системы*, съ деревянными ледорѣзами впереди всякой опоры.

Расчетъ отверстія моста.

По показаніямъ старожиловъ наивысшій горизонтъ рѣки соотвѣтствуетъ отмѣткѣ 60,85 саж.; лѣтній-же горизонтъ равенъ 59,55 саж.

Опредѣлимъ площади живыхъ сѣченій, подводные периметры и радіусы отдѣльно для поймъ и главнаго русла, соотвѣтственныя наивысшему горизонту.

Живое сѣченіе правой поймы р. Л.-Воронежъ
при с. в. в. 60,85.



Площадь живого сѣченія правой поймы равняется:

$$\frac{54{,}54\times0{,}48}{2}+\frac{0{,}48+0{,}67}{2}\times50{,}00+\frac{0{,}67+0{,}56}{2}\times10{,}00+$$
$$+\frac{0{,}56+0{,}31}{2}\times20{,}00+\frac{0{,}31+0{,}43}{2}\times20{,}00+\frac{0{,}43+0{,}56}{2}\times$$
$$\times50{,}00+0{,}56\times7{,}00+\frac{0{,}56+0{,}91}{2}\times4.00=93{,}73.$$

Подводный периметръ:

$$P=54{,}54+50{,}00+10{,}00+20{,}00+22{,}00+50{,}00+7{,}00+4{,}02=$$
$$=215{,}56.$$

Средній радіусъ $=0{,}435$; коэффиціентъ:

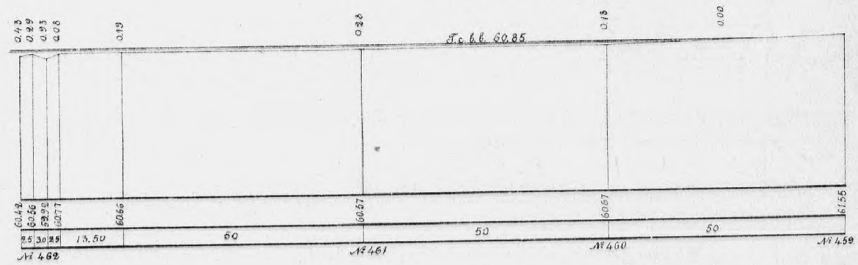
$$C=26{,}71.$$

Скорость при данномъ горизонтѣ получится при сравненіи со скоростью при данномъ горизонтѣ 60,63 саж., изъ уравненія:

$$v=0{,}097\times\frac{26{,}71}{22{,}89}\sqrt{\frac{0{,}435}{0{,}267}}=0{,}144 \text{ и отсюда}$$

расходъ на правой поймѣ $=93{,}73\times0{,}144=13{,}50$ куб. саж.

Живое сѣченіе лѣвой поймы
при с. в г. в. 60,85.



На лѣвой поймѣ площадь живого сѣченія при высшемъ горизонтѣ=

$$=2{,}5\,\frac{0{,}43+0{,}29}{2}+3\,\frac{0{,}29+0{,}93}{2}+2{,}5\,\frac{0{,}93+0{,}08}{2}+13{,}5\,\frac{0{,}08+0{,}19}{2}+$$

$$+50\left(\frac{0{,}19}{2}+0{,}28+\frac{0{,}18}{2}\right)+18{,}75\times\frac{0{,}18}{2}=30{,}75 \text{ кв. саж.}$$

Средній периметръ:

$$P=2{,}51+3{,}00+2{,}64+13{,}50+2\times50{,}00+18{,}75=140{,}40 \text{ саж.}$$

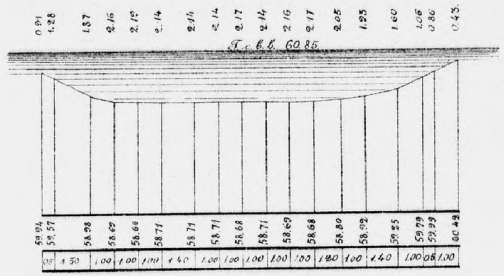
Средній радіусъ=0,219.

Принимая среднія скорости на обѣихъ поймахъ одинакими, получаемъ:

расходъ по лѣвой поймѣ=30,75×0,144=4,43 куб. саж.

Живое сѣченіе главнаго русла

при с. в. г. в. 60,85.



Въ главномъ руслѣ:

Площадь живого сѣченія:

$$0{,}50\times\frac{0{,}91+1{,}28}{2}+1{,}50\,\frac{1{,}28+1{,}87}{2}+\frac{1{,}87+2{,}16}{2}+2{,}175+2{,}165+$$

$$+2{,}4\times1{,}4+2{,}14+2{,}155+2{,}155+2{,}15+2{,}165+\frac{2{,}17+2{,}05}{2}\times$$

$$\times1{,}20+\frac{2{,}05+1{,}93}{2}+\frac{1{,}93+1{,}60}{2}\times1{,}40+\frac{1{,}60+1{,}06}{2}+$$

$$+\frac{1{,}06+0{,}86}{2}\times0{,}50+\frac{0{,}86+0{,}43}{2}=32{,}84.$$

Подводный периметръ:

$$0{,}62+1{,}61+1{,}11+1{,}00+1{,}00+1{,}40+1{,}00+1{,}00+1{,}00+1{,}00+$$

$$+1{,}00+1{,}21+1{,}01+1{,}44+1{,}14+0{,}54+1{,}08=18{,}16.$$

Средній радіусъ=1,80 и соотвѣтственный коэффиціентъ:

$$C=35{,}71.$$

$$\text{Отсюда скорость}=0{,}25\times\frac{35{,}71}{33{,}15}\sqrt{\frac{1{,}80}{1{,}12}}=0{,}341$$

и расходъ=32,84×0,341=11,20 куб. саж.

Такимъ образомъ максимальный расходъ рѣки:

$$13{,}50+4{,}43+11{,}20=29{,}13 \text{ куб. саж.}$$

Допуская по условіямъ грунта подъ мостомъ скорость по дну въ 3 фута и соотвѣтственно съ этимъ среднюю скорость 0,538, и принимая коэффиціентъ сжатія въ 0,95 получаемъ необходимое живое сѣченіе моста:

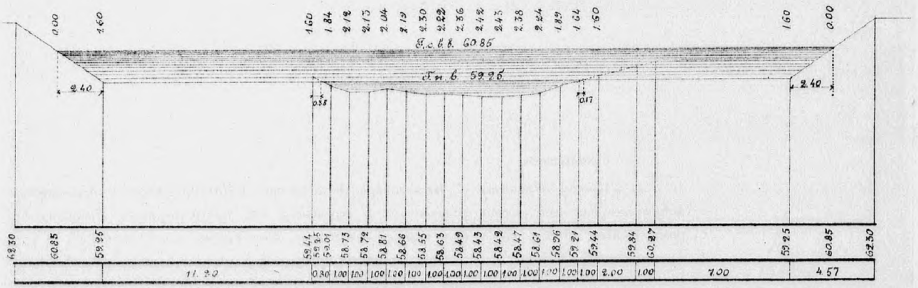
$$\frac{29{,}13}{0{,}95\times0{,}54}=57{,}11 \text{ кв. саж.}$$

Мостъ предполагается длиною по низу 36 саж. отъ № 462+11,50 до № 462+47,50, изъ *двухсаженныхъ* пролетовъ. Отъ начала и конца моста до главнаго русла предполагается съемка берега до отмѣтки 59,25 саж.

Такъ какъ по принятому варіанту линія отнесена выше по теченію на 36,5 саж., то необходимо провѣрить, достаточно-ли живое сѣченіе рѣки въ этомъ мѣстѣ.

Живое сѣченіе р. Лѣсной-Воронежъ

подъ мостомъ на переходѣ по варіанту.



11 Апрѣля горизонтъ воды равнялся всего 59,44 саж. и согласно съ указаніями близко живущихъ лицъ и въ виду продолжающейся убыли рѣки, низшій уровень, до котораго безпрепятственно возможно снять берегъ, можетъ быть принятъ въ 59,25 саж. Изъ первоначальнаго расчета видно, что при скорости по дну въ 3 фута требуется подъ мостомъ живое сѣченіе въ 57,11 кв. саж.

Предполагая мостъ той-же длины, т. е. 36,00 саж. по низу и съемку берега до 59,25 саж., получается живое сѣченіе подъ мостомъ (ось на № 463+3,00):

Площадь живого сѣченія подъ мостомъ:

$$2\frac{1,60\times2,40}{2}+1,6\,(11,55+10,83)+\frac{1,60+1,84}{2}\times0,45+1,98+$$
$$+2,125+2,085+2,115+2,245+2,26+2,29+2,39+2,425+$$
$$+2,405+2,31+1,765+\frac{1,64+1,60}{2}\times0,17-0,125\,(12\times$$
$$\times1,60+2\times0,27+2,22+2,19+2,13+1,84+2,42+2,38+$$
$$+1,89)=64,80 \text{ кв. саж.},$$

т. е. площадь значительно большая требуемой и соотвѣтствующая скорости $\frac{29,11}{64,80}=0,44$ саж. средней, или менѣе 3 футъ по дну. *Длина моста* по верху равняется $36+0,50+3\times3,05=45,65$ саж.; *принята въ 46,00 саж.*

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Примѣчанія.

1. Согласно отношенію Г. Инспектора № 2110 отъ 4 Ноября 1894 г. устройство ледорѣзовъ для сего моста разрѣшено по третьему изъ утвержденныхъ Инспекторомъ 7 Мая 1893 г. за № 662 типовъ ледорѣзовъ, состоящему изъ 7 свай (∘∘∘∘∘∘∘), причемъ край ледорѣза, ближайшій къ опорѣ, необходимо располагать въ разстояніи не менѣе 1,00 сажени отъ края сей послѣдней.

2. Отношеніемъ № 2640 отъ 13 Іюня 1895 г. Господиномъ Инспекторомъ затребовано, чтобы обнаруженный послѣ прохода весеннихъ водъ 1895 г. подмывъ русла въ отверстіи моста, наибольшая глубина коего достигла 0,64 саж., былъ загруженъ на всю его глубину камнемъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:
Расчетъ сей разсмотрѣнъ и признанъ правильнымъ. Іюля 27 дня 1894 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

См. примѣчаніе на стр. 9.

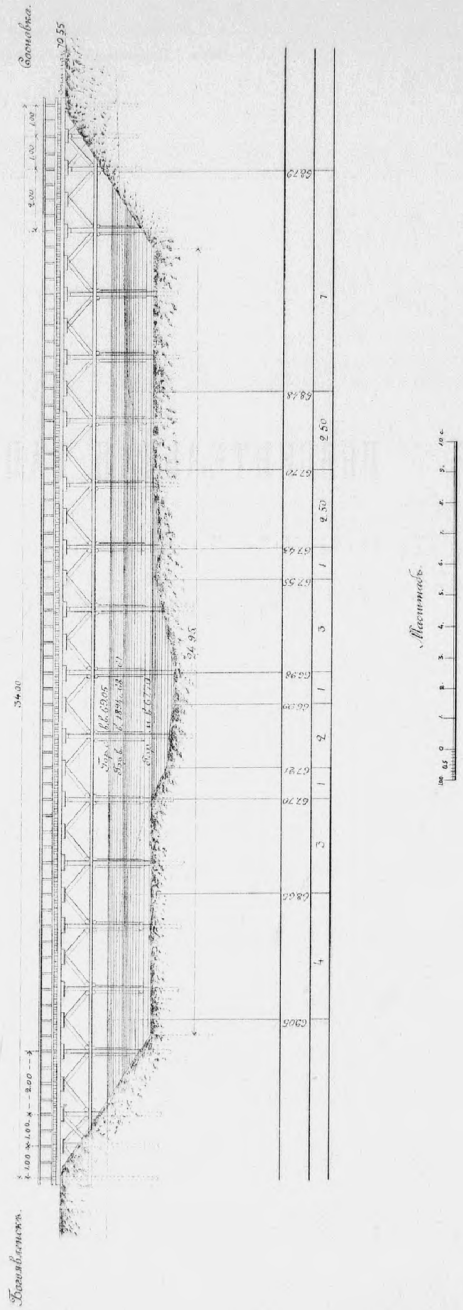
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревяннаго моста чрезъ рѣку ПАЛЬНОЙ-ВОРОНЕЖЪ

на 50 верстѣ

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. И. С. ФЕОКРИТОВА.



Общій видъ моста чрезъ р. Пальной-Воронежъ,
на 50 верстѣ Богоявленскъ-Сосновской линіи.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ р. ПАЛЬНОЙ-ВОРОНЕЖЪ,

на 50 верстѣ

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

Для опредѣленія расхода р. Пальной-Воронежъ, нивеллировкой и промѣрами найдены въ 1894 г. слѣдующія данныя:

1) Горизонтъ весеннихъ водъ 1894 г. . . . . 68,87.

2) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ по показанію жителей . . . . . 69,05.

3) Уклонъ . . . . . $i=0,00032$.

4) Скорости опредѣлялись въ главномъ руслѣ двумя способами: поплавками и вертушкой *Амслера*.

a) Наибольшая скорость на поверхности при горизонтѣ 68,61, опредѣленная поплавками, оказалась отъ 0,31 саж. до 0,35 саж.; въ среднемъ $v_{max}=0,33$ саж., соотвѣтствующая средняя скорость сѣченія будетъ, по *Вейсбаху:*

$$v_c=0,33\times0,837=0,28 \text{ саж.}$$

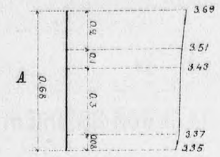
b) Еще до наступленія времени разлива 1894 г. въ проруби, сдѣланной на прудѣ около села Сосновки, были сдѣланы 70 наблюденій для опредѣленія коэффиціентовъ вертушки; какъ видно изъ прилагаемаго расчета скорость v, соотвѣтствующая числу n оборотовъ въ секунду, опредѣляется изъ формулы:

$$v=0,52+0,94n \text{ футовъ.}$$

Весеннія наблюденія производились на трехъ живыхъ сѣченіяхъ, отстоящихъ другъ отъ друга въ 20 саженяхъ. На прилагаемомъ чер-

тежѣ показаны какъ эти сѣченія, такъ и результаты наблюденія вертушкой съ расчетомъ соотвѣтственныхъ скоростей.

Первое сѣченіе.



Скорость:

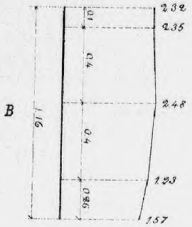
$$v_A=\frac{0{,}2\times3{,}6+0{,}1\times3{,}47+0{,}3\times3{,}4+0{,}08\times3{,}36}{0{,}68\times7}=0{,}495 \text{ саж.}$$

Живое сѣченіе отъ берега до A:

$$\omega_{0A}=1{,}06\times0{,}28+1\times\frac{0{,}56+0{,}28}{2}=0{,}92 \text{ кв. саж.}$$

Расходъ:

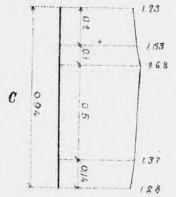
$$q_{0A}=0{,}92\times\frac{0{,}495}{2}=0{,}228 \text{ куб. саж.}$$



$$v_B=\frac{0{,}10\times2{,}335+0{,}4\times2{,}413+0{,}4\times2{,}205+0{,}26\times1{,}75}{1{,}16\times7}=$$
$$=0{,}311 \text{ саж.}$$

$$\omega_{AB}=4\frac{0{,}68+1{,}16}{2}=3{,}68 \text{ кв. саж.}$$

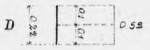
$$q_{AB}=3{,}68\,\frac{0{,}495+0{,}311}{2}=1{,}483 \text{ куб. саж.}$$



$$v_C=\frac{0{,}2\times1{,}38+0{,}1\times1{,}605+0{,}5\times1{,}525+0{,}14\times1{,}325}{0{,}94\times7}=$$
$$=0{,}210 \text{ саж.}$$

$$\omega_{BC}=4\frac{1{,}16+0{,}94}{2}=4{,}20 \text{ кв. саж.}$$

$$q_{BC}=4{,}20\,\frac{0{,}311+0{,}210}{2}=1{,}096 \text{ куб. саж.}$$



$$v_D=\frac{0{,}52}{7}=0{,}074 \text{ саж.}$$

$$\omega_{CD}=1\times\frac{0{,}94+0{,}89}{2}+2\,\frac{0{,}89+0{,}56}{2}+1{,}2\,\frac{0{,}56+0{,}22}{2}=2{,}25 \text{ кв. саж.}$$

$$\omega_{D0}=0{,}6\,\frac{0{,}22+0{,}05}{2}+\frac{0{,}63\times0{,}05}{2}=0{,}10 \text{ кв. саж.}$$

$$q_{CD}=2{,}25\times\frac{0{,}210+0{,}074}{2}=0{,}320 \text{ куб. саж.}$$

$$q_{D0}=0{,}10\times\frac{0{,}074}{2}=0{,}004 \text{ куб. саж.}$$

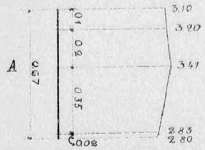
Отсюда получается все живое сѣченіе:

$$\omega_1=11{,}15 \text{ кв. саж.;}$$

расходъ $q_1=3{,}131$ куб. саж.;

средняя скорость $=\frac{3{,}131}{11{,}15}=0{,}282$ саж.

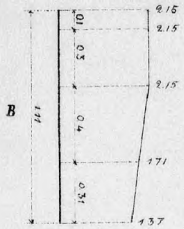
Второе сѣченіе.



$$v_A=\frac{0{,}1\times3{,}15+0{,}2\times3{,}305+0{,}35\times3{,}12+0{,}02\times2{,}815}{0{,}67\times7}=$$
$$=0{,}453 \text{ саж.}$$

$$\omega_{0A}=\frac{0{,}56\times1{,}39}{2}+0{,}2\,\frac{0{,}56+0{,}67}{2}=0{,}51 \text{ кв. саж.}$$

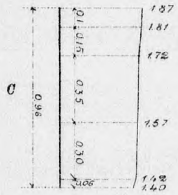
$$q_{A0}=0{,}51\times\frac{0{,}453}{2}=0{,}116 \text{ куб. саж.}$$



$$v_B=\frac{0{,}1\times2{,}15+0{,}3\times2{,}15+0{,}4\times1{,}93+0{,}31\times1{,}54}{1{,}11\times7}=0{,}272 \text{ саж.}$$

$$\omega_{AB}=3{,}8\times\frac{0{,}67+1{,}11}{2}=3{,}38 \text{ кв. саж.}$$

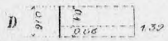
$$q_{AB}=3{,}38\times\frac{0{,}453+0{,}272}{2}=1{,}227 \text{ куб. саж.}$$



$$v_C=\frac{0{,}1\times1{,}84+0{,}15\times1{,}765+0{,}35\times1{,}645+0{,}3\times1{,}495}{0{,}96\times7}+$$
$$+\frac{0{,}06\times1{,}41}{0{,}96\times7}=0{,}232 \text{ саж.}$$

$$\omega_{BC}=4\times\frac{1{,}11+0{,}96}{2}=4{,}14 \text{ кв. саж.}$$

$$q_{BC}=4{,}14\times\frac{0{,}272+0{,}232}{2}=1{,}043 \text{ куб. саж.}$$



$$v_D=\frac{1{,}39}{7}=0{,}20 \text{ саж.}$$

$$\omega_{CD}=\frac{0{,}96+0{,}92}{2}+1{,}2\times\frac{0{,}92+0{,}56}{2}+1{,}4\,\frac{0{,}56+0{,}16}{2}=2{,}83 \text{ кв. саж.}$$

$$\omega_{D0}=0{,}4\,\frac{0{,}16+0{,}05}{2}+\frac{0{,}83\times0{,}05}{2}=0{,}06 \text{ кв. саж.}$$

$$q_{CD}=2{,}83\times\frac{0{,}232+0{,}200}{2}=0{,}611 \text{ куб. саж.}$$

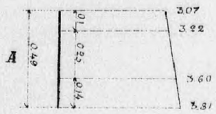
$$q_{D0}=0{,}06\times0{,}10=0{,}006 \text{ куб. саж.}$$

Весь расходъ $q_2 = 3{,}003$ куб. саж.

$\omega_2 = 10{,}92$ кв. саж.

$$v_2 = \frac{3{,}003}{10{,}92} = 0{,}275 \text{ саж.}$$

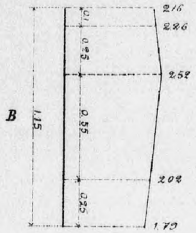
Третье сѣченіе



$$v_A = \frac{0{,}1 \times 3{,}145 + 0{,}25 \times 3{,}41 + 0.14 \times 3{,}705}{0{,}49 \times 7} = 0{,}492 \text{ саж.}$$

$$\omega_{0A} = \frac{1{,}75 \times 0{,}47}{2} = 0{,}41 \text{ кв. саж.}$$

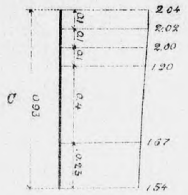
$$q_{0A} = 0{,}41 \times \frac{0{,}492}{2} = 0{,}101 \text{ куб. саж.}$$



$$v_B = \frac{0{,}10 \times 2{,}21 + 0{,}25 \times 2{,}32 + 0{,}55 \times 2{,}27 + 0{,}25 \times 1{,}905}{1{,}15 \times 7} =$$
$$= 0{,}316 \text{ саж.}$$

$$\omega_{AB} = 0{,}25 \times \frac{0{,}47 + 0{,}56}{2} + 3\,\frac{0{,}56 + 1{,}15}{2} = 2{,}70 \text{ кв. саж.}$$

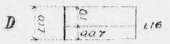
$$q_{AB} = 2{,}70 \times \frac{0{,}316 + 0{,}492}{2} = 1{,}091 \text{ куб. саж.}$$



$$v_C = \frac{0{,}1(2{,}03 + 2{,}01 + 1{,}95) + 0{,}4 \times 1{,}785 + 0{,}23 \times 1{,}605}{0{,}93 \times 7} =$$
$$= 0{,}259 \text{ саж.}$$

$$\omega_{BC} = 4 \times \frac{1{,}15 + 0{,}93}{2} = 4{,}16 \text{ кв. саж.}$$

$$q_{BC} = 4{,}16 \times \frac{0{,}316 + 0{,}259}{2} = 1{,}176 \text{ куб. саж.}$$



$$\omega_{CD} = \frac{0{,}93 + 0{,}87}{2} + 1{,}20\,\frac{0{,}87 + 0{,}56}{2} + 1{,}40\,\frac{0{,}56 + 0{,}17}{2} = 2{,}27 \text{ кв. с.}$$

$$\omega_{D0} = 0{,}4\,\frac{0{,}17 + 0{,}06}{2} + \frac{1{,}33 \times 0{,}06}{2} = 0{,}085 \text{ кв. саж.}$$

$$v_D = \frac{1{,}16}{7} = 0{,}17 \text{ саж.}$$

$$q_{CD} = 2{,}27 \times \frac{0{,}259 + 0{,}170}{2} = 0{,}488 \text{ куб. саж.}$$

$$q_{D0} = 0{,}085 \times \frac{0{,}17}{2} = 0{,}008 \text{ куб. саж.}$$

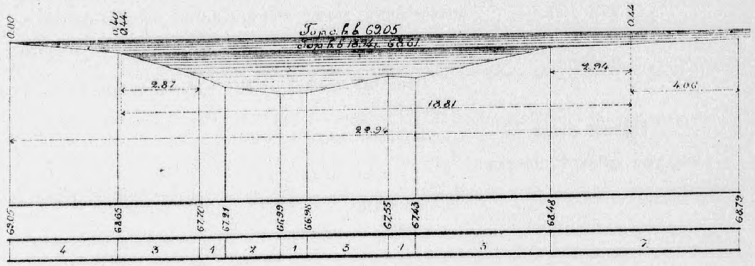
А всего $q_3 = 2{,}862$ куб. саж.; $\omega_3 = 9{,}63$;

отсюда $v_3 = \frac{2{,}862}{9{,}63} = 0{,}297$ саж.

Полученныя величины скоростей весьма мало отличаются какъ другъ отъ друга, такъ и отъ скорости, выведенной изъ наблюденій надъ поплавками, что доказываетъ правильность наблюденій.

5) Ледоходъ произошелъ 1-го Апрѣля при горизонтѣ 68,58; величина льдинъ доходила до двухъ квадратныхъ сажень, но въ виду незначительной скорости теченія, ледоходъ совершается спокойно, чему достаточнымъ подтвержденіемъ служатъ имѣющіеся на рѣкѣ деревянные мосты, существующіе давно и, несмотря на простоту конструкціи, нисколько не страдающіе отъ ледохода.

Живое сѣченіе р. Тальной-Воронежъ
по оси моста.



При горизонтѣ высокихъ водъ 1894 г.—68,61 имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega = \frac{2{,}87 \times 0{,}91}{2} + \frac{0{,}91 + 1{,}40}{2} \times 1 + \frac{1{,}40 + 1{,}62}{2} \times 2 + \frac{1{,}62 + 1{,}63}{2} \times$$
$$\times 1 + \frac{1{,}63 + 1{,}06}{2} \times 3 + \frac{1{,}06 + 1{,}18}{2} \times 1 + \frac{1{,}18 + 0{,}13}{2} \times$$
$$\times 5 + \frac{2{,}94 \times 0{,}13}{2} = 15{,}727 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = \sqrt{2{,}87^2 + 0{,}91^2} + \sqrt{1{,}00^2 + 0{,}49^2} + \sqrt{2^2 + 0{,}22^2} + 1{,}00 +$$
$$+ \sqrt{3^2 + 0{,}57^2} + \sqrt{1{,}00^2 + 0{,}12^2} + \sqrt{5^2 + 1{,}05^2} + 2{,}94 =$$
$$= 19{,}25 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R = \frac{\Omega}{p} = \frac{15{,}727}{19{,}25} = 0{,}817 \text{ саж.} = 1{,}743 \textit{ mtr.}$$

Средняя скорость въ нестѣсненномъ руслѣ по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}025$:

$$v=c\sqrt{Ri},\ \text{гдѣ:}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}025}+\frac{0{,}00155}{0{,}00032}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00032}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{1{,}743}}}=44{,}37;$$

и $v=44{,}37\sqrt{1{,}743\times0{,}00032}=44{,}37\times0{,}0236=1{,}047$ *mtr.* $=$ $=0{,}49$ саж.

Такимъ образомъ формула *Ganguillet* и *Kutter*'а при горизонтѣ 68,61 и $n=0{,}025$ даетъ значительный запасъ, почему наибольшій расходъ, соотвѣтствующій наивысшему горизонту 69,05 и вычисленный также при $n=0{,}025$ несомнѣнно дастъ значительный запасъ, сравнительно съ имѣющимъ мѣсто въ дѣйствительности.

Переходя къ наивысшему горизонту (при отмѣткѣ 69,05) имѣемъ:

Главное русло

шир. по урѣзу 22,94 саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=\frac{4\times0{,}40}{2}+\frac{0{,}40+0{,}44}{2}\times0{,}13+0{,}44\times18{,}81+15{,}727=$$
$$=24{,}858\ \text{кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=4{,}02+0{,}13+19{,}25+0{,}44=23{,}84\ \text{саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{24{,}858}{23{,}84}=1{,}043\ \text{саж.}=2{,}225\ \textit{mtr.}$$

Средняя скорость въ нестѣсненномъ руслѣ по *Ganguillet* и *Kutter*'у, полагая $n=0{,}025$ и $i=0{,}00032$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1i},\ \text{гдѣ:}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}025}+\frac{0{,}00155}{0{,}00032}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00032}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{2{,}225}}}=46{,}22;$$

и $v_1=46{,}22\sqrt{2{,}225\times0{,}00032}=46{,}22\times0{,}0267=1{,}234$ *mtr.* $=$ $=0{,}57$ саж.

Расходъ по главному руслу:

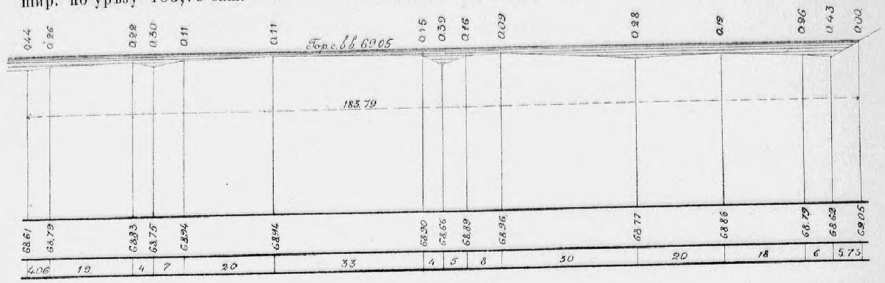
$$Q_1=24{,}858\times0{,}57=14{,}169\ \text{куб. саж.}$$

Пойма

шир. по урѣзу 183,79 саж.

Живое сѣченіе поймы

по оси моста



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2=\frac{0{,}44+0{,}26}{2}\times4{,}06+\frac{0{,}26+0{,}22}{2}\times19+\frac{0{,}22+0{,}30}{2}\times4+$$
$$+\frac{0{,}30+0{,}11}{2}\times7+\frac{0{,}11+0{,}11}{2}\times20+\frac{0{,}11+0{,}15}{2}\times33+$$
$$+\frac{0{,}15+0{,}39}{2}\times4+\frac{0{,}39+0{,}16}{2}\times5+\frac{0{,}16+0{,}09}{2}\times8+$$
$$+\frac{0{,}09+0{,}28}{2}\times30+\frac{0{,}28+0{,}19}{2}\times20+\frac{0{,}19+0{,}26}{2}\times18+$$
$$+\frac{0{,}26+0{,}43}{2}\times6+\frac{0{,}43\times5{,}73}{2}=36{,}003\ \text{кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=184{,}30\ \text{саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{36{,}003}{184{,}30}=0{,}195\ \text{саж.}=0{,}416\ \textit{mtr.}$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, полагая $n=0{,}03$, такъ какъ вода въ поймѣ почти не имѣетъ теченія вслѣдствіе густой травы, покрывающей русло:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2i},\ \text{гдѣ:}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}035}+\frac{0{,}00155}{0{,}00032}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00032}\right)\frac{0{,}035}{\sqrt{0{,}416}}}=22{,}45;$$

и $v_2=22{,}45\sqrt{0{,}416\times0{,}00032}=22{,}45\times0{,}0115=0{,}258$ *mtr.* $=$ $=0{,}121$ саж.

Расходъ по поймѣ:

$$Q_2=\Omega_2\times v_2=36{,}003\times0{,}121=4{,}36\ \text{куб. саж.}$$

Такимъ образомъ полный расходъ р. Пальной-Воронежъ:

$$Q=Q_1+Q_2=14{,}169+4{,}36=18{,}53\ \text{куб. саж.}$$

Допустимъ скорость подъ мостомъ ту, которая получается по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а для главнаго русла, именно: $v_1 = 0,57$ саж., соотвѣтствующая скорость по дну, по *Дюбуа:*

$$\frac{0,57}{1,33} = 0,429 \text{ саж.} = 3 \text{ фут.}$$

Тогда площадь пропускного отверстія, принимая коэффиціентъ сжатія струи $\mu = 0,90$, будетъ:

$$\Omega' = \frac{Q}{\mu \times v_1} = \frac{18,53}{0,9 \times 0,57} = 36,12 \text{ кв. саж.}^{*)}$$

Перекрываемъ русло деревяннымъ мостомъ подкосной системы о 15-ти пролетахъ, по 2,00 саж. и 4-хъ пролетахъ балочной системы по 1,00 саж. каждый.

Длина моста по верху $L = 34$ саж.

Противъ быковъ будутъ устроены деревянные ледорѣзы.

Для приданія руслу правильной формы предположено сдѣлать срѣзку грунта до горизонта низкихъ водъ, т. е. до отмѣтки 67,70.

Полученная такимъ образомъ площадь пропускного отверстія, за вычетомъ проекцій свай, при глубинѣ потока подъ мостомъ въ 1,35 саж., равна:

$$\Omega'' = 1,35\,(24,95 + 1,5 \times 1,75) + \frac{1 \times 0,49}{2} + \frac{0,49 + 0,71}{2} \times 2 +$$
$$+ \frac{0,71 + 0,72}{2} \times 1 + \frac{0,72 + 0,15}{2} \times 3 + \frac{0,15 + 0,27}{2} \times 1 +$$
$$+ \frac{0,27 \times 2,5}{2} - (3 \times 2,06 \times 0,125 + 10 \times 1,35 \times 0,125) =$$
$$= 36,416 + 4,012 - 2,460 = 37,97 \text{ кв. саж.,}$$

что болѣе требуемой.

Подпоръ у сооруженія находимъ по формулѣ:

$$h = \frac{v_0^2 - v'^2_0}{2g} = \frac{0,55^2 - 0,30^2}{9,2} = \backsim 0,03;$$

$$v_0 = \frac{18,53}{0,9 \times 37,19} = 0,55 \text{ саж.} — \text{средняя скорость подъ мостомъ;}$$

$$v'_0 = \frac{18,53}{60,861} = 0,30 \text{ саж.} — \text{средняя скорость въ нестѣсненномъ сѣченіи;}$$

и $g = 4,6$ саж.

Примѣчаніе. *Площадь бассейна р. Пальной-Воронежъ до перехода ея линіею желѣзной дороги найдена по 10-ти-верстной картѣ въ 280 кв. верстъ. Необходимая площадь отверстія подъ мостомъ $\Omega = 280 \times 0,06 = \backsim 17$ кв. саж., что гораздо менѣе принятой въ проектѣ.*

(См. отн. Г. Инспектору № 6156 отъ 5/6 Августа 1894 г.).

Отмѣтка полотна 70,55.

Отмѣтка наивысшаго подпорнаго горизонта:

$$69,05 + 0,03 = 69,08.$$

Отмѣтка низа схватки:

$$70,55 - 0,97 = 69,58.$$

Разстояніе низа схватки отъ наивысшаго подпорнаго горизонта:

$$69,58 - 69,08 = 0,50 \text{ саж.} > 0,25.$$

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

Примѣчаніе.

Согласно отношенію Г. Инспектора № 2110 отъ 4 Ноября 1894 г. устройство ледорѣзовъ разрѣшено для сего моста по четвертому изъ утвержденныхъ Инспекторомъ 7 Мая 1893 г. за № 662 типовъ ледорѣзовъ, состоящему изъ 6 свай (∘∘∘∘∘), причемъ край ледорѣза, ближайшій къ опорѣ, необходимо располагать въ разстояніи не менѣе 1,00 сажени отъ края сей послѣдней.

На подлинномъ написано:
Расчетъ сей разсмотрѣлъ и призналъ правильнымъ. Іюля 6 дня 1894 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ЯРОСЛАВКУ,

на 55 верстѣ

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

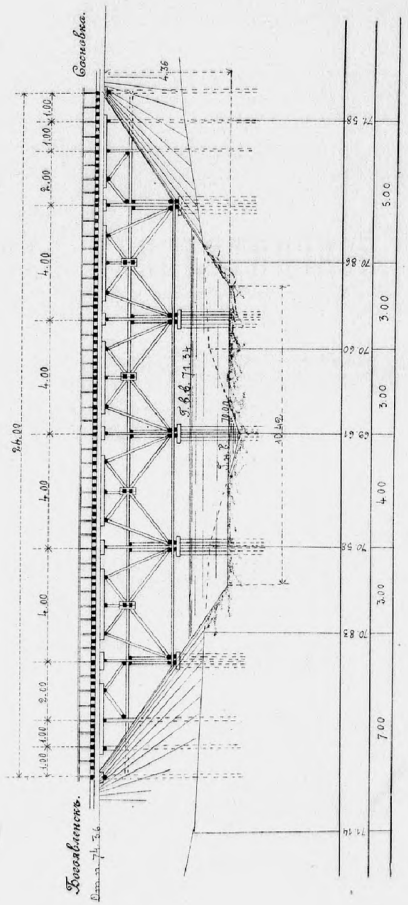
Примѣчаніе.

Согласно отношенія Г. Инспектора за № 2110 отъ 4-го Ноября 1894 г., устройство ледорѣзовъ разрѣшено по типу № 4 изъ 6 свай, утвержденному 7 Мая 1893 г. за № 662, причемъ край ледорѣза, ближайшій къ опорѣ, необходимо располагать въ разстояніи не менѣе 1,00 сажени отъ края сей послѣдней.

САРАТОВЪ Типо-литогр. Л. Е. Феоритова

Общій видъ моста чрезъ р. Ярославку,

на 55 вер. Богоявленскъ-Сосновской линіи.



РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку ЯРОСЛАВКУ,

на 55 верстѣ

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

Для опредѣленія расхода рѣки Ярославки произведенныя весною 1894 года наблюденія дали слѣдующія данныя подъ мостомъ:

1) Горизонтъ высокихъ водъ 1894 г. . . . . 71,04.

2) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ по показанію жителей . . . . . 71,34.

3) Уклоны, наблюденные при отмѣткѣ 71,04, на 300 саж. выше и на 500 саж. ниже моста:

$$i = 0{,}00116 \text{ и } 0{,}00186.$$

4) Наибольшая скорость на поверхности, наблюденная поплавками:

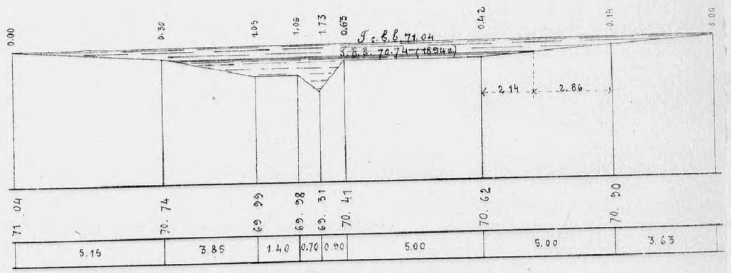
$$v_{max} = 4{,}5 \text{ фут.} = 0{,}643 \text{ саж.}$$

Соотвѣтствующая средняя скорость сѣченія, по *Вейсбаху:*

$$v_0 = 0{,}837 \times v_{max} = 0{,}837 \times 0{,}643 = 0{,}54 \text{ саж.}$$

Живое сѣченіе рѣки Ярославки,

на 150 саж. ниже моста.



При горизонтѣ высокихъ водъ 70,74, имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega = \frac{3{,}85 \times 0{,}75}{2} + \frac{0{,}75 + 0{,}76}{2} \times 1{,}40 + \frac{0{,}76 + 1{,}43}{2} \times 0{,}70 +$$

$$+ \frac{1{,}43 + 0{,}33}{2} \times 0{,}90 + \frac{0{,}33 + 0{,}12}{2} \times 5 + \frac{0{,}12 \times 2{,}14}{2} =$$

$$= 5{,}315 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=\sqrt{3,85^2+0,75^2}+1,40+\sqrt{0,70^2+0,67^2}+\sqrt{0,90+1,10^2}+$$
$$+7,14=14,86 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{p}=\frac{5,315}{14,86}=0,358 \text{ саж.}=0,764\ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, полагая $n=0,025$ и $i=0,00186$:

$$v=c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00186}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00185}\right)\frac{0,025}{\sqrt{0,764}}}=37,95;$$

и $v=37,95\sqrt{0,764\times0,00186}=37,95\times0,0377=1,431\ mtr.=$
$=0,67$ саж.

Такимъ образомъ, расчетъ по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при горизонтѣ 70,74 и $n=0,025$ даетъ нѣкоторый запасъ, почему наибольшій расходъ, соотвѣтствующій отмѣткѣ 71,04 и вычисленный также при $n=0,025$, несомнѣнно даетъ нѣкоторый запасъ сравнительно съ дѣйствительнымъ расходомъ.

При горизонтѣ самыхъ высокихъ водъ 71,04, имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=\frac{5,15\times0,30}{2}+\frac{0,30+1,05}{2}\times3,85+\frac{1,05+1,06}{2}\times1,40+$$
$$+\frac{1,06+1,73}{2}\times0,70+\frac{1,73+0,63}{2}\times0,90+\frac{0,63+0,42}{2}\times5+$$
$$+\frac{0,42+0,14}{2}\times5+\frac{0,14\times3,63}{2}=11,16 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=26,52 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{11,16}{26,52}=0,422 \text{ саж.}=0,900\ mtr.$$

Средняя скорость при $n=0,025$ и уклонѣ $i=0,00186$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00186}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00186}\right)\frac{0,025}{\sqrt{0,900}}}=39,23;$$

и $v_1=39,23\sqrt{0,900\times0,00186}=39,23\times0,041=1,608\ mtr.=$
$=0,74$ саж.

Наибольшій расходъ рѣки Ярославки будетъ:

$$Q=\Omega_1\times v_1=11,16\times0,74=8,26 \text{ куб. саж.}$$

Допустимъ скорость по дну въ 3 фута или 0,43 саж. Соотвѣтствующая средняя скорость будетъ, по *Дюбуа:*

$$v=1,33\times0,43=0,572 \text{ саж.}$$

Тогда необходимая площадь пропускного отверстія будетъ:

$$\omega=\frac{8,26}{0,90\times0,572}=16,04 \text{ кв. саж.},$$

гдѣ $\mu=0,90$—коэффиціентъ сжатія струи.

Перекрываемъ русло деревяннымъ мостомъ подкосной системы при четырехъ пролетахъ по 4.00 саж. каждый, двухъ пролетахъ подкосной же системы, по 2.00 саж., и 4 пролетахъ балочной системы по 1.00 саж. по утвержденнымъ типамъ.

Длина моста $L=24,00$ по верху, при высотѣ насыпи въ 4,36 саж.

Для приданія руслу рѣки правильной формы сдѣлана срѣзка грунта до отмѣтки 70,00.

Полученная, такимъ образомъ, площадь пропускного отверстія, за вычетомъ проекцій свай, при высотѣ потока подъ мостомъ въ 1,34 саж., будетъ:

$$\Omega'=1,34(10,42+1,50\times1,34)+\frac{0,39\times3}{2}-3\times0,25\times1,34=$$
$$=16,236 \text{ кв. саж.},$$

что болѣе требуемой.

Противъ среднихъ быковъ будутъ устроены деревянные ледорѣзы, хотя собственно ледохода на рѣкѣ почти не бываетъ, такъ какъ ледъ растаиваетъ на мѣстѣ довольно медленно.

Ледоходъ возможенъ лишь при быстромъ таяніи, такъ какъ выше моста вода остается въ отдѣльныхъ плесахъ. Во всякомъ случаѣ ледоходъ, по показаніямъ мѣстныхъ жителей, бываетъ очень медленный, не причиняющій вреда ихъ весьма просто построеннымъ проѣзжимъ мостикамъ.

Отмѣтка полотна—74,36.

Отмѣтка низа схватки 74,36—2,30=72,06.

Разстояніе низа схватки отъ горизонта самыхъ высокихъ водъ:

$$72,06-71,34=0,72 \text{ саж.}>0,25 \text{ саж.}$$

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Инженеръ *А. Сардаровъ.*

Въ исправленномъ видѣ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

За сдѣланными въ настоящемъ расчетѣ исправленіями, необходимая площадь пропускного отверстія опредѣляется въ 40 квад. саж., въ виду чего проектируемое отверстіе моста должно быть увеличено на одинъ двухсаженный пролетъ, при чемъ длина моста по верху опредѣлится въ 30 пог. саж. Августа 23 дня 1894 года. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревяннаго моста чрезъ рѣку ЛАМКУ,

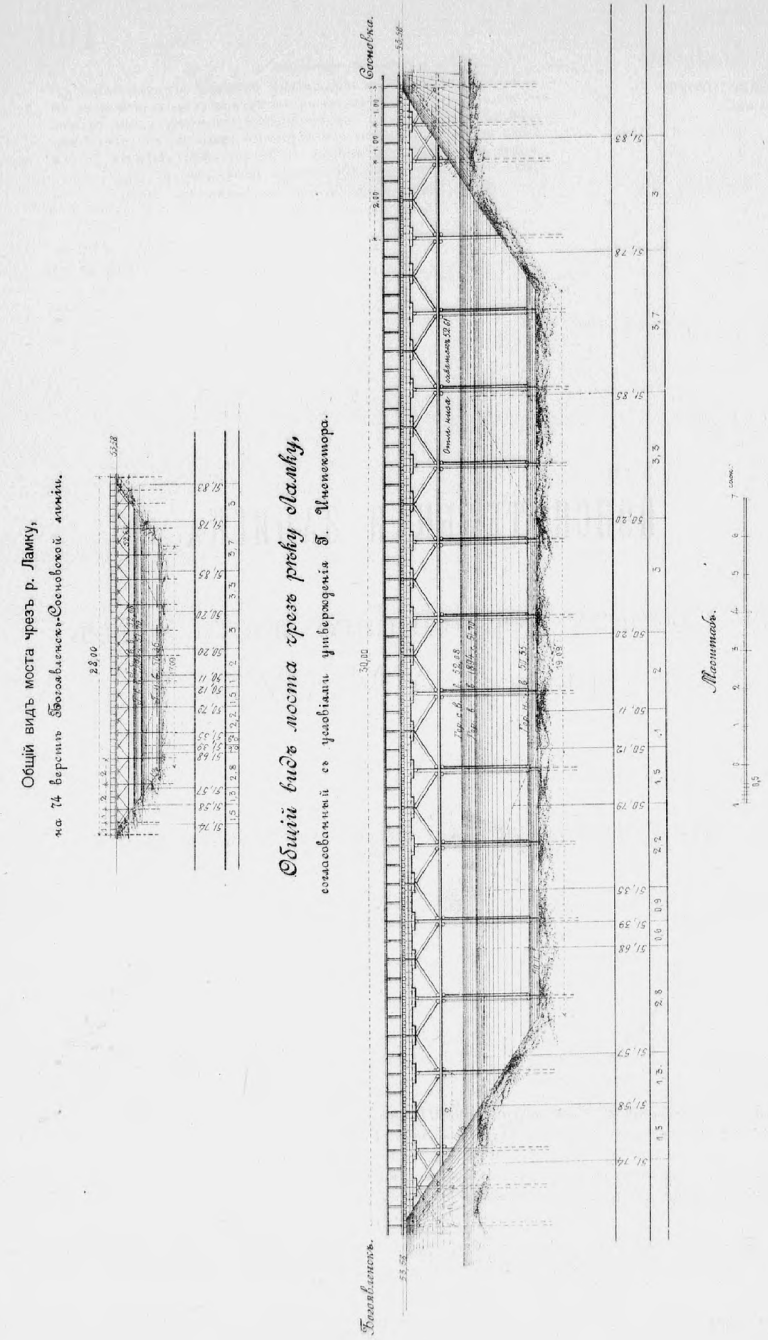
на 74 верстѣ

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

Примѣчаніе.

Согласно отношенія Г. Инспектора за № 2110 отъ 4-го Ноября 1894 г. устройство ледорѣзовъ разрѣшено по типу № 3 изъ 7 свай, утвержденному 7 Мая 1893 г. за № 662, при чемъ край ледорѣза, ближайшій къ опорѣ, необходимо располагать въ разстояніи не менѣе 1,00 сажени отъ края сей послѣдней.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. МЕЖКЛАТОВА.



РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку ЛАМКУ,

на 74 верстѣ

Богоявленскъ-Сосновской линіи.

Изъ произведенныхъ весною 1894 года наблюденій выяснились слѣдующія данныя для опредѣленія расхода р. Ламки:

1) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ по показанію жителей 52,08.

2) Горизонтъ высокихъ водъ 1894 года . . . . . 51,70.

3) Скорости опредѣлялись двумя способами: поплавками и вертушкой.

А) Наибольшая скорость на поверхности, опредѣленная поплавками при наивысшемъ горизонтѣ 1894 года равна $v_{max}=4$ футамъ, каковой скорости соотвѣтствуетъ средняя скорость всего сѣченія, по *Вейсбаху:*

$$v_c=\frac{0,837\times v_{max}}{7}=\frac{0,837\times 4}{7}=0,48 \text{ саж.}$$

В) Наблюденія вертушкой производились въ двухъ створахъ, въ разстояніи десяти саженей одинъ отъ другого.

Уравненіе, послужившее для опредѣленія скорости въ зависимости отъ числа оборотовъ n вертушки, слѣдующее:

$$v=\alpha+\beta n, \text{ гдѣ}$$

коэффиціенты α и β опредѣлены изъ 70 наблюденій и равны:

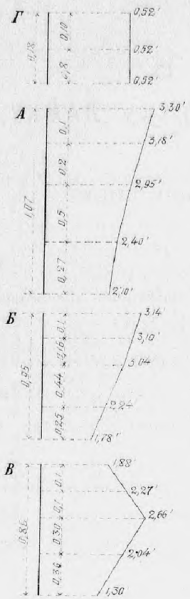
$$\alpha=0,52;\ \beta=0,94.$$

Опредѣлимъ расходъ воды для каждаго створа отдѣльно. Для этого, вычертивъ кривыя скоростей, опредѣляемъ сперва среднюю скорость каждой вертикали какъ частное отъ дѣленія площади, между осью абсциссъ, крайними ординатами и кривою скоростей, на высоту вертикали. Умножая потомъ площадь живого сѣченія между вертикалями на среднюю скорость между тѣми же вертикалями, получаемъ частный расходъ, сумма же этихъ расходовъ даетъ общій расходъ рѣки, соотвѣтствующій горизонту наблюденій.

Такимъ образомъ были найдены среднія скорости:

а) въ *первомъ створѣ* при горизонтѣ 51,01.

Средняя скорость:



$$v=\frac{0,52}{7}=0,074 \text{ саж.}$$

$$v=\frac{0,1\times3,24+0,2\times3,065+0,5\times2,675+0,27\times2,25}{7\times1,07}=0,260 \text{ саж.}$$

$$v=\frac{0,1\times3,12+0,16\times3,07+0,44\times2,64+0,25\times2,01}{7\times0,95}=0,356 \text{ саж.}$$

$$v=\frac{0,1(2,075+2,465)+0,3\times2,35+0,36\times1,67}{7\times0,86}=0,295 \text{ саж.}$$

Площади живыхъ сѣченій:

отъ урѣза воды до $Г-w_{0Г}=\frac{0,45\times0,18}{2}=0,041$ кв. саж.

„ $Г$ до $А-w_{ГА}=0,5\frac{0,18+0,37}{2}+1,5\frac{0,37+1,07}{2}=1,218$ кв. саж.

„ $А$ „ $Б-w_{АБ}=\frac{1,07}{2}+0,99+\frac{0,95}{2}=2,00$ кв. саж.

„ $Б$ „ $В-w_{БВ}=\frac{0,95}{2}+0,88+\frac{0,86}{2}=1,785$ кв. саж.

„ $В$ „ урѣза воды $-w_{В0}=1,5\frac{0,86+0,37}{2}+0,8\frac{0,37+0,05}{2}+$

$$+\frac{0,13\times0,05}{2}=1,094 \text{ кв. саж.}$$

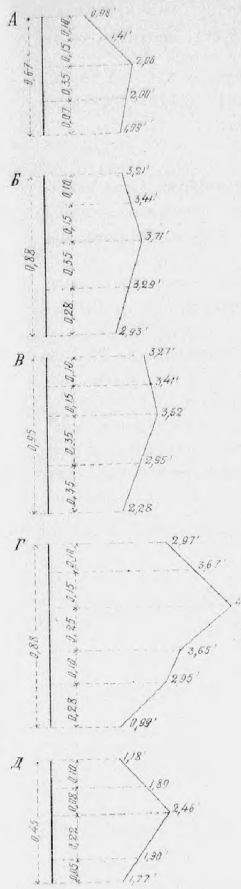
Отсюда расходъ $q_1=0,041\times0,037+1,218\times0,167+2\times0,308+$
$+1,785\times0,326+1,094\times0,147=1,563.$

Все живое сѣченіе$=6,138$ кв. саж.

Средняя скорость всего сѣченія $v_c'=\frac{1,563}{6,138}=0,25$ саж.

b) во *второмъ створѣ*, при горизонтѣ 51,09:

Средняя скорость:



$$v=\frac{0,1\times1,195+0,15\times1,73+0,35\times2,025+0,07\times1,995}{7\times0,67}=0,262 \text{ саж.}$$

$$v=\frac{0,1\times3,31+0,15\times3,56+0,35\times3,50+0,28\times3,11}{7\times0,88}=0,481 \text{ саж.}$$

$$v=\frac{0,1\times3,34+0,15\times3,515+0,35(3,285+2,615)}{7\times0,95}=0,440 \text{ саж.}$$

$$v=\frac{0,1\times3,32+0,15\times4,195+0,25\times4,185+0,1\times3,30+0,28\times1,47}{7\times0,88}=$$
$$=0,446 \text{ саж.}$$

$$v=\frac{0,1\times1,535+0,08\times2,175+0,22\times2,18+0,05\times1,835}{7\times0,45}=0,285 \text{ саж.}$$

Площади живыхъ сѣченій:

отъ урѣза воды до $А-w_{0А}=0,27\frac{0,11}{2}+\frac{0,11+0,45}{2}+\frac{0,45+0,67}{2}=$
$=0,855$ кв. саж.

„ $А$ „ $Б-w_{АБ}=0,50\frac{0,67+0,88}{2}+1\times0,88=1,268$ кв. саж.

„ $Б$ „ $В-w_{БВ}=\frac{0,88}{2}+0,89+\frac{0,95}{2}=1,805.$ кв. саж.

„ $В$ „ $Г-w_{ВГ}=\frac{0,95}{2}+0,95+\frac{0,88}{2}=1,865$ кв. саж.

отъ $Г$ до $Д - w_{ГД} = \frac{0,88+0,83}{2} + \frac{0,83+0,45}{2} = 1,495$ кв. саж.

„ $Д$ „ урѣза воды $- w_{Д0} = 1,16 \times \frac{0,45}{2} = 0,261$. кв. саж.

Отсюда расходъ $= 0,855 \times 0,131 + 1,268 \times 0,371 + 1,805 \times \times 0,460 + 1,865 \times 0,443 + 1,495 \times 0,365 + 0,261 \times 0,142 = 2,60$ куб. с.

Средняя скорость $v_e'' = \frac{2,60}{7,55} = 0,34$ саж.

Такую разницу между скоростями, опредѣленными двумя способами, можно объяснить тѣмъ, что правильному движенію вертушки мѣшали солома и вѣтки, въ значительномъ количествѣ плавающія на поверхности воды во время наблюденій.

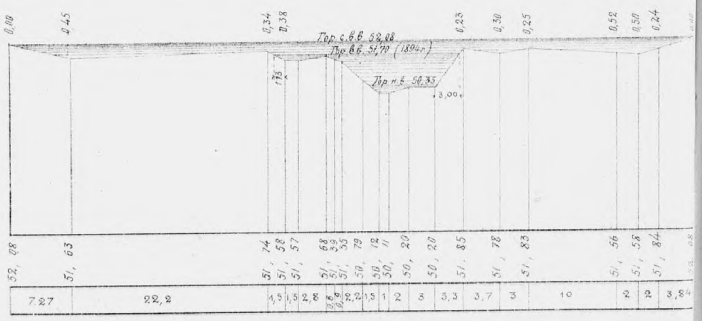
Поэтому средняя скорость $v_0 = 0,48$, наблюденная поплавками, можно считать болѣе близкою къ дѣйствительной, что подтверждается и ниже приведеннымъ расчетомъ.

4) Ледоходъ произошелъ 30 Марта при горизонтѣ 51,51, при чемъ наибольшая величина льдинъ доходила до 2 кв. сажень, при толщинѣ въ 0,16 саж.

На рѣкѣ Ламкѣ имѣются нѣсколько земскихъ деревянныхъ мостовъ съ деревянными же ледорѣзами, въ томъ числѣ одинъ на 200 саж ниже по теченію перехода рѣки, и за все время существованія ихъ никакихъ поврежденій отъ ледохода въ этихъ мостахъ не замѣчалось.

Живое сѣченіе р. Ламки

по оси моста.



При горизонтѣ высокихъ водъ 1894 года—51,70, имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega = \frac{1,13 \times 0,12}{2} + \frac{0,12+0,13}{2} \times 1,3 + \frac{0,13+0,02}{2} \times 2,8 +$$
$$+ \frac{0,02+0,31}{2} \times 0,6 + \frac{0,31+0,35}{2} \times 0,9 + \frac{0,35+0,91}{2} \times 2,2 +$$
$$+ \frac{0,91+1,58}{2} \times 1,5 + \frac{1,58+1,59}{2} \times 1 + \frac{1,59+1,50}{2} \times 2 +$$
$$+ \frac{1,50+1,50}{2} \times 3 + \frac{3 \times 1,50}{2} = 15,515 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = \sqrt{1,13^2+0,12^2} + \sqrt{1,3^2+0,01^2} + \sqrt{2,8^2+0,11^2} + \sqrt{0,6^2+0,29^2} +$$
$$+ \sqrt{0,9^2+0,04^2} + \sqrt{2,2^2+0,56^2} + \sqrt{1,5^2+0,67^2} + \sqrt{1^2+0,01^2} +$$
$$+ \sqrt{2^2+0,09^2} + \sqrt{3^2+0,00^2} + \sqrt{3^2+1,52^2} = 20,09 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R = \frac{\Omega}{p} = \frac{15,515}{20,09} = 0,772 \text{ саж.} = 1,644 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n = 0,025$ и уклонѣ $i = 0,00055$, наблюденномъ при горизонтѣ 51,70:

$$v = c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ}$$

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} = \frac{23 + \frac{1}{0,025} + \frac{0,00155}{0,00055}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{0,00055}\right)\frac{0,025}{\sqrt{1,644}}} =$$
$$= 43,41;$$

$$v = 43,41\sqrt{1,644 \times 0,00055} = 43,41 \times 0,03 = 1,302 \ mtr = 0,61 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ расчетъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'у при горизонтѣ 51,70 и $n = 0,025$ даетъ нѣкоторый запасъ, почему наибольшій расходъ, соотвѣтствующій наивысшему горизонту (при отмѣткѣ 52,08) и вычисленный также при $n = 0,025$ даетъ нѣкоторый запасъ противъ дѣйствительнаго расхода.

При наивысшемъ горизонтѣ 52,08 получаемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1 = \frac{7,27 \times 0,45}{2} + \frac{0,45+0,34}{2} \times 22,2 + \frac{0,34+0,38}{2} \times 0,37 +$$
$$+ \frac{0,38 \times 19,43}{2} + \frac{0,38+0,23}{2} \times 0,3 + \frac{0,23+0,30}{2} \times 3,7 +$$
$$+ \frac{0,30+0,25}{2} \times 3 + \frac{0,25+0,52}{2} \times 10 + \frac{0,52+0,50}{2} \times 2 +$$
$$+ \frac{0,50+0,24}{2} \times 2 + \frac{0,24 \times 3,84}{2} + 15,515 = 41,405 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1 = 74,84 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1 = \frac{\Omega_1}{p_1} = \frac{41,405}{74,84} = 0,553 \text{ саж.} = 1,178 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}025$ и $i=0{,}00055$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i},\ \text{гдѣ}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}025}+\frac{0{,}00155}{0{,}00055}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00055}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{1{,}178}}}=$$
$$=41{,}29;$$

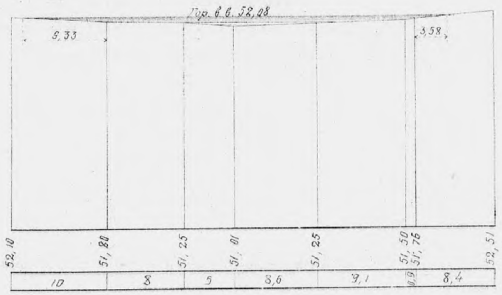
и $v_1=41{,}29\sqrt{1{,}178\times 0{,}00055}=41{,}29\times 0{,}0254=1{,}049$ *mtr.* $=$
$=0{,}49$ саж.

Расходъ по главному руслу будетъ:

$$Q_1=\Omega_1\times v_1=41{,}405\times 0{,}49=20{,}29\ \text{куб. саж.}$$

При высшемъ горизонтѣ вода идетъ еще по протоку, лѣтомъ совершенно пересыхающему. Непосредственныхъ наблюденій скоростей въ этомъ протокѣ произведено не было, а потому расходъ находимъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'у, полагая коэффиціентъ шероховатости $n=0{,}04$, такъ какъ вода въ протокѣ имѣетъ самую незначительную скорость, вслѣдствіе густой травы, покрывающей русло.

Живое сѣченіе протока
по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2=\frac{9{,}33\times 0{,}28}{2}+\frac{0{,}28+0{,}83}{2}\times 8+\frac{0{,}83+1{,}07}{2}\times 5+\frac{1{,}07+0{,}83}{2}\times$$
$$\times 8{,}60+\frac{0{,}83+0{,}58}{2}\times 9{,}10+\frac{0{,}58+0{,}32}{2}\times 0{,}9+\frac{0{,}32\times 3{,}58}{2}=$$
$$=26{,}058\ \text{кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=44{,}65\ \text{саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{26{,}058}{44{,}65}=0{,}584\ \text{саж.}=1{,}244\ \textit{mtr.}$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}04$ и уклонѣ $i=0{,}00055$, наблюденномъ въ главномъ руслѣ:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i},\ \text{гдѣ}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}04}+\frac{0{,}00155}{0{,}00055}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00055}\right)\frac{0{,}04}{\sqrt{1{,}244}}}=$$
$$=26{,}83;$$

и $v_2=26{,}83\sqrt{1{,}244\times 0{,}00055}=26{,}83\times 0{,}0261=0{,}701$ *mtr.* $=$
$=0{,}32$ саж.

Расходъ по протоку:

$$Q_2=26{,}05\times 0{,}32=8{,}34\ \text{куб. саж.}$$

Такимъ образомъ полный расходъ р. Ламки при отмѣткѣ 52,08 есть:

$$Q=Q_1+Q_2=20{,}29+8{,}34=28{,}63\ \text{куб. саж.}$$

Въ виду того, что грунтъ рѣчного дна, по сдѣланнымъ мѣстнымъ Начальникомъ участка изслѣдованіямъ, песчано-глинистый, скорость по дну подъ мостомъ можемъ допустить въ 4' или 0,571 саж., каковой скорости соотвѣтствуетъ средняя скорость, по *Дюбуа:*

$$v_c=1{,}33\times 0{,}571=0{,}76\ \text{саж.}$$

Тогда необходимая площадь пропускного отверстія будетъ:

$$\Omega=\frac{Q}{\mu\times v_c}=\frac{28{,}63}{0{,}95\times 0{,}76}=\backsim 40{,}00\ \text{саж.}$$

Проектируется деревянный мостъ о 13-ти пролетахъ подкосной системы, по двѣ саж., и 4-хъ пролетахъ балочной системы, по 1,00 саж. каждый.

Длина моста $L=30{,}00$ саж. по верху, при высотѣ насыпи въ 3,47 саж. Полная достаточность принятаго отверстія подтверждается еще и тѣмъ, что нѣсколько ниже по теченію имѣется земскій деревянный мостъ длиною около 14 саж. по верху.

Для приданія руслу рѣки правильной формы, предположено сдѣлать срѣзку грунта до отмѣтки 50,11. Противъ бычковъ будутъ устроены деревянные ледорѣзы.

Полученная такимъ образомъ площадь пропускного отверстія, за вычетомъ проекцій свай, при глубинѣ потока подъ мостомъ въ 1,97 саж., есть:

$$\omega=1{,}97(19{,}09+1{,}5\times 1{,}97)-10\times 0{,}125\times 1{,}97=\backsim 41{,}00\ \text{кв. саж.}$$

Подпоръ у сооруженія:

$$h=\frac{v'^2-v''^2}{2g}=\frac{0{,}70^2-0{,}40^2}{9{,}2}=\backsim 0{,}05\ \text{саж.},$$

гдѣ:

$v''=\frac{27,06}{67,46}=0,40$ саж. — средняя скорость въ нестѣсненномъ сѣченіи;

$v'=\frac{27,06}{0,95\times 41}=0,70$ саж. — средняя скорость подъ мостомъ.

Отмѣтка полотна — 53,58.

Отмѣтка наивысшаго подпорнаго горизонта:

$$52,08+0,05=53,13.$$

Отмѣтка низа схватки:

$$53,58-0,97=52,61.$$

Разстояніе низа схватки отъ наивысшаго подпорнаго горизонта:

$$52,61-52,13=0,48>0,25 \text{ саж.}$$

Подлинный подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:
Къ утвержденному проекту путепровода на 1-й верстѣ, пик. № 1+25 саж., Пензо-Сердобской линіи. Сентября 22 дня 1895 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

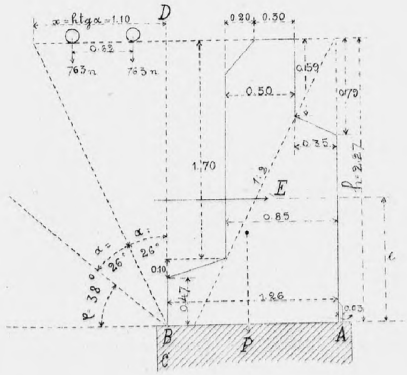
къ проекту путепровода, отв. 4,00 саж., у г. Пензы, на пик. № 1+25, 1-й версты Пензенской линіи, *при высотѣ насыпи H=2,00 с.*

(противъ путепровода Сызрано-Вяземской жел. дор.).

Путепроводъ на пик. № 1+25 проектируется отверст. 4,00 саж. съ каменными опорами по типу, утвержденному по докладу Департамента желѣзныхъ дорогъ отъ 14-го Марта 1892 года за № 524 для Курско-Воронежской желѣзной дороги. При желѣзныхъ фермахъ съ ѣздою по верху и при углубленіи русла на 0,22 саж., чистая высота для проѣзда подъ мостомъ равна 1,66 саж. Существующій на Сызрано-Вяземской жел. дор. путепроводъ, расположенный противъ проектируемаго на Пензенской линіи, имѣетъ чистую высоту для проѣзда 1,56 саж. и, несмотря на большое движеніе по немъ, неудобствъ никакихъ не замѣчается, а потому проектируемый путепроводъ, высотою для проѣзда въ 1,66 саж., тѣмъ болѣе удовлетворитъ своему назначенію.

Повѣримъ устойчивость устоя высотою $h=2,270$ саж.

I. Повѣрка устойчивости противъ вращенія относительно ребра A.



Плоскость обрушенія земли наклонена къ вертикали подъ угломъ α, который опредѣлится изъ условія, чтобы величина распора:

$$E={}^1/_2 tg^2\left(\frac{90-\varphi}{2}\right)h(\delta h+2v)$$

была бы наибольшая.

Это требованіе будетъ имѣть мѣсто при углѣ α, удовлетворяющемъ условію:

$$\alpha=\frac{90-\varphi}{2}, \text{ гдѣ:}$$

φ — есть уголъ естественнаго откоса насыпного грунта, принятый нами въ 38^0;

$$\alpha=\frac{90-38}{2}=26^0.$$

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. О. АБАКУМОВЪ.

Статическій моментъ сѣченія земли, приходящейся на задній обрѣзъ устоя:

$$S = 0{,}41 \times 1{,}70 \times 1{,}085 + \frac{0{,}10 \times 0{,}41}{2} \times 1{,}15 + \frac{0{,}20^2}{2} \times 0{,}82 =$$
$$= 0{,}756 + 0{,}024 + 0{,}016 = 0{,}796 \text{ (саж.)}^3$$

Статическій моментъ сѣченія каменной кладки до плоскости AB относительно ребра A:

$$S_1 = 1{,}26 \times 2{,}27 \times \left(\frac{1{,}26}{2} + 0{,}03\right) - S - 0{,}79 \times 0{,}35 \times 0{,}205 +$$
$$+ \frac{0{,}20 \times 0{,}35}{2} \times 0{,}27 = 1{,}888 - 0{,}796 - 0{,}057 + 0{,}009 =$$
$$= 1{,}044 \text{ (саж.)}^3$$

Принимая вѣсъ куб. саж. земли $\delta = 1000$ пуд. и куб. саж. бутовой кладки $\delta_1 = 1300$ пуд., получимъ моментъ вѣса каменной кладки устоя и земли, давящей на задній обрѣзъ на одну пог. саж. устоя:

$$M_A = Pp = 1000\, S + 1300\, S_1 = 796 + 1357{,}2 = 2153{,}2 \text{ пуд.-саж.}$$

Распоръ земли (E) на одну пог. саж. устоя опредѣлимъ по формулѣ:

$$E = \Psi h(\delta h + 2v),$$

гдѣ: h—высота устоя $= 2{,}27$;

$$\Psi = {}^1/_2 tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right),$$

гдѣ: φ—уголъ естественнаго откоса земли $= 38^0$,

и $\Psi = {}^1/_2\, tg^2\left(45^0 - \frac{38}{2}\right) = {}^1/_2 tg^2 26^0 = 0{,}119$;

v—равномѣрно распредѣленное давленіе отъ подвижной нагрузки найдемъ, имѣя въ виду, что вліяніе на распоръ имѣетъ подвижная нагрузка, помѣщенная сзади устоя на пространствѣ

$x = h tg\alpha = 2{,}27 \times 0{,}48773 = 1{,}10$ саж.

На этомъ протяженіи можно помѣстить только двѣ оси паровоза, такъ что подвижная нагрузка $= 763 \times 2 = 1526$ пуд., откуда давленіе на 1 кв. саж. при ширинѣ насыпи 2,35 саж.:

$$v = 1526 : (1{,}10 \times 2{,}35) = 590{,}3 \text{ пуд.}$$

И такъ распоръ:

$$E = 0{,}119 \times 2{,}27(1000 \times 2{,}27 + 2 \times 590{,}3) = 932{,}1 \text{ пуд.}$$

Плечо распора E найдемъ по формулѣ:

$$e = h\frac{\delta h + 3v}{3\delta h + 6v} = 2{,}27 \times \frac{1000 \times 2{,}27 + 590{,}3 \times 3}{3 \times 1000 \times 2{,}27 + 590{,}3 \times 6} = 0{,}88 \text{ саж.}$$

Откуда моментъ распора относительно ребра A на 1 пог. саж. устоя:

$$M'_A = Ee = 932{,}1 \times 0{,}88 = 820{,}25 \text{ пуд.-саж.}$$

Слѣдовательно, коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія относительно ребра A:

$$m = \frac{Pp}{Ee} = \frac{2153{,}2}{820{,}25} = 2{,}6.$$

II. Повѣрка устойчивости на скольженіе въ плоскости AB.

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости AB найдемъ изъ формулы:

$$m_1 = \frac{Pf}{E}; \text{ гдѣ:}$$

P—вѣсъ каменной кладки до плоскости AB и земли, давящей на задній обрѣзъ на погонную сажень устоя:

$$1000\left(1{,}75 \times 0{,}41 + \frac{0{,}20^2}{2}\right) + 1300\left(2{,}27 \times 1{,}26 - 1{,}75 \times 0{,}41 -\right.$$
$$\left. - \frac{0{,}20^2}{2} - 0{,}69 \times 0{,}35 + 0{,}03 \times 0{,}20\right) = 737{,}5 + 2453{,}36 =$$
$$= 3190{,}86 \text{ пуд.};$$

f—коэффиціентъ тренія камня о камень $= 0{,}70$;

E—по предыдущему 932,1 пуд.;

$$m_1 = \frac{3190{,}86 \times 0{,}7}{932{,}1} = 2{,}40.$$

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Копія съ копіи.

На проектахъ путепроводовъ написано:

На подлинномъ написано:

Настоящіе проекты путепроводовъ на 1-й верстѣ, пикеты № 1+25 и № 3+27, Пенза-Сердобской линіи, одобрены къ исполненію, Сентября 22 дня 1895 года, съ тѣмъ, чтобы родъ основанія опоръ и глубина его заложенія были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта.

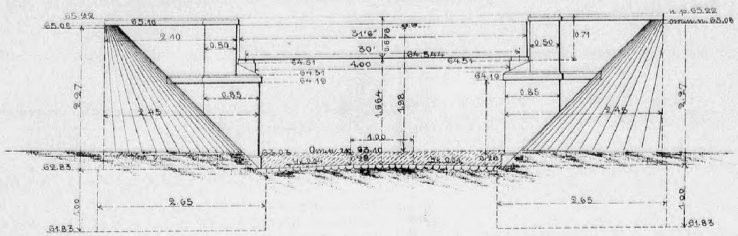
(Подписалъ) Инспекторъ Карковичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карковичъ.

Съ копіей вѣрно:
Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩІЙ ВИДЪ

путепровода отв. 4,00 саж., на I-й верстѣ Пенза-Сердобской линіи пик. № 1+25.



Планъ.

Масштабъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:
Къ утвержденному проекту путепровода на 1-й верстѣ, пикетъ № 3+27 саж., Пензо-Сердобской линіи.
Сентября 22 дня 1895 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту путепровода, отв. 4,00 саж., у г. Пензы,

на пик. № 3+27,

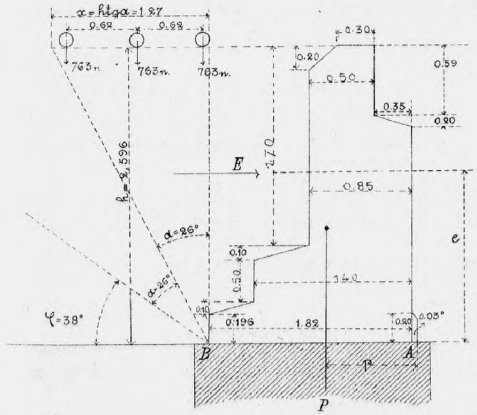
1-й версты Пензенской линіи,

при высотѣ насыпи H=2,50 с.

Путепроводъ на пик. № 3+27 проектируется отверстіемъ въ 4,00 саж. съ каменными опорами по типу, утвержденному по докладу Департамента желѣзныхъ дорогъ отъ 14-го Марта 1892 года за № 524 для Курско-Воронежской жел. дороги. При желѣзныхъ фермахъ съ ѣздою по верху и при углубленіи русла на 0,04 саж., чистая высота для проѣзда подъ мостомъ получается равной 2,00 саж.

Повѣримъ устойчивость устоя высотою $h=2,596$ саж.

I. Повѣрка устойчивости противъ вращенія относительно ребра A.



Плоскость обрушенія земли наклонена къ вертикали подъ угломъ α, который опредѣлится изъ условія, чтобы величина распора:

$$E=\frac{1}{2}tg^2\left(\frac{90-\varphi}{2}\right)h(\delta h+2v)$$

была бы наибольшая.

Это будетъ имѣть мѣсто при углѣ α, удовлетворяющемъ условію:

$$\alpha=\frac{90-\varphi}{2}, \text{ гдѣ:}$$

φ—есть уголъ естественнаго откоса насыпного грунта, принятый нами въ 38°; тогда

$$\alpha=\frac{90-38}{2}=26^0.$$

Статическій моментъ сѣченія земли, давящей на задніе обрѣзы устоя:

$$S=0,42\times2,30\times1,64+0,42\times\frac{0,10}{2}\times1,71+0,55\times1,70\times1,155+$$
$$+0,55\times\frac{0,10}{2}\times1,246+\frac{0,20^2}{2}\times0,81=2,75 \text{ (саж.)}^3$$

Статическій моментъ сѣченія каменной кладки до плоскости AB относительно ребра A:

$$S_1 = 1{,}82 \times 2{,}596 \times 0{,}94 - S - 0{,}59 \times 0{,}35 \times 0{,}205 - \frac{0{,}20}{2} \times 0{,}35 \times$$
$$\times 0{,}146 = 1{,}645 \text{ (саж.)}^3$$

Принимая вѣсъ куб. саж. земли $\delta = 1000$ пуд. и куб. саж. каменной кладки $\delta_1 = 1300$ пуд., получимъ моментъ вѣса каменной кладки устоя до плоскости AB и вѣса земли, приходящейся на задніе обрѣзы устоя на одну пог. саж.:

$$M_A = Pp = 1000S + 1300S_1 = 2750 + 2138{,}5 = 4888{,}5 \text{ пуд.-саж.}$$

Распоръ земли (E) на одну погонную саж. устоя опредѣлимъ по формулѣ:

$$E = \Psi h(\delta h + 2v),$$

гдѣ: h—высота устоя $= 2{,}596$;

$$\Psi = {}^1/_2 tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right),$$

гдѣ: φ—уголъ естественнаго откоса земли, принятый въ 38^0, откуда

$$\Psi = {}^1/_2 tg^2 26^0 = 0{,}119;$$

v—равномѣрно распредѣленное давленіе отъ подвижной нагрузки найдемъ, имѣя въ виду, что вліяніе на распоръ имѣетъ подвижная нагрузка, помѣщенная сзади устоя на пространствѣ

$$x = h tg\alpha = 2{,}596 \times 0{,}48773 = 1{,}27 \text{ саж.}$$

На этомъ протяженіи можно помѣстить три оси паровоза, такъ что подвижная нагрузка $= 763 \times 3 = 2289$ пуд., откуда давленіе на 1 кв. саж. насыпи, производящей распоръ, при ширинѣ полотна 2,35 саж.:

$$v = 2289 : (2{,}35 \times 1{,}27) = 766{,}6 \text{ пуд.}$$

$$E = 0{,}119 \times 2{,}596(2596 + 1533{,}2) = 1275{,}6 \text{ пуд.}$$

Плечо распора (e) найдемъ по формулѣ:

$$e = h\frac{\delta h + 3v}{3\delta h + 6v} = 2{,}596 \times \frac{2596 + 766{,}6 \times 3}{7788 + 766{,}6 \times 6} = 1{,}026 \text{ саж.}$$

Откуда моментъ распора земли относительно ребра A на одну пог. саж.

$$M'_A = Ee = 1275{,}6 \times 1{,}026 = 1308{,}76 \text{ пуд.-саж.}$$

Слѣдовательно, коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія около ребра A:

$$m = \frac{4888{,}5}{1308{,}76} = 3{,}73.$$

II. Повѣрка устойчивости на скольженіе въ плоскости AB.

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости AB найдемъ изъ формулы:

$$m_1 = \frac{Pf}{E}, \text{ гдѣ:}$$

P—вѣсъ каменной кладки до плоскости AB и земли, давящей на задніе обрѣзы на пог. сажень устоя:

$$\left(1{,}75 \times 0{,}55 + 2{,}35 \times 0{,}42 + \frac{0{,}20^2}{2}\right)1000 + \left(1{,}82 \times 2{,}596 -\right.$$
$$-1{,}75 \times 0{,}55 - 2{,}35 \times 0{,}42 - \frac{0{,}20^2}{2} - 0{,}69 \times 0{,}35 + 0{,}03 \times$$
$$\left.\times 0{,}20\right) \times 1300 = 1970 + 3276 = 5246.$$

f—коэффиціентъ тренія кладки $= 0{,}7$;

E—по предыдущему 1275,6 пуд.

$$m_1 = \frac{5246 \times 0{,}7}{1275{,}6} = 2{,}87.$$

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Копія съ копіи.

На проектахъ путепроводовъ написано:

На подлинномъ написано:

Настоящіе проекты путепроводовъ на 1-й верстѣ, пикеты № 1+25 и № 3+27, Пенза-Сердобской линіи, одобрены къ исполненію, Сентября 22 дня 1895 года, съ тѣмъ, чтобы родъ основанія опоръ и глубина его заложенія были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта.

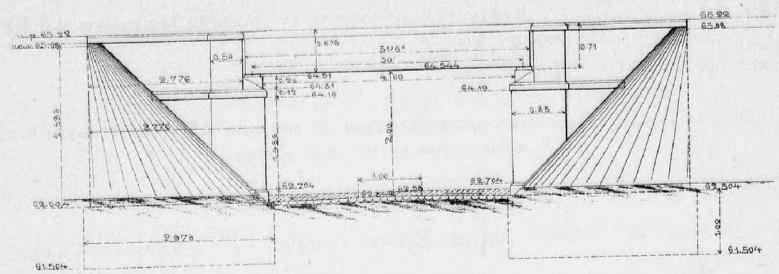
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно:
Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

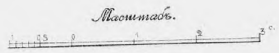
ОБЩІЙ ВИДЪ

путепровода отв. 4,00 саж., на I-й верстѣ Пенза-Сердобской линіи пик. № 3+27.



Планъ.

Масштабъ.



ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинной написано:

Къ утвержденному проекту моста, на 1-й верстѣ, пикетъ № 9+12 Пензо-Сердобской линіи.—Сентября 22 дня 1895 года. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста для самотаски къ лѣсопильнѣ г. Карпова у г. Пензы, на пик. № 9+12,

2-й вер. Пензо-Сердобской линіи.

Отв. моста 5,00 саж.,

при высотѣ насыпи H=1,78 и H=1,35 саж.

Мостъ на пик. № 9+12 проектируется желѣзный, балочной системы отверстіемъ 5,00 саж., съ ѣздою по низу, на каменныхъ опорахъ, по типу, утвержденному по докладу Департамента желѣзныхъ дорогъ отъ 14-го Марта 1892 года за № 524 для Курско-Воронежской ж. дор.

Опоры моста спроектированы подъ два пути—главный и элеваторный, расположенные на разныхъ горизонтахъ и сходящіеся между собою подъ угломъ.

Проектируемый мостъ имѣетъ спеціальное назначеніе служить для самотаски къ лѣсопильнѣ г. Карпова.

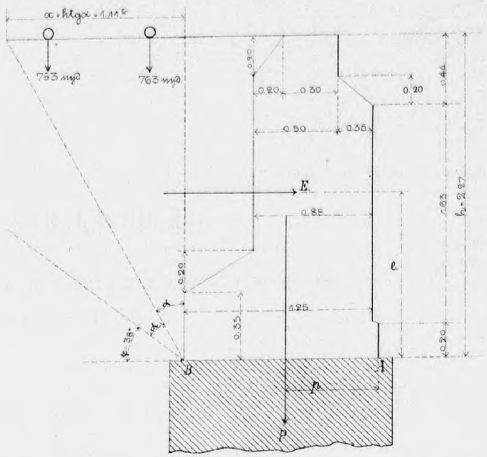
Подъ мостомъ предполагается сдѣлать срѣзку грунта на глубину 0,42 саж., при которой получается подъ мостомъ на элеваторномъ пути чистая высота для самотаски 1,58 саж., а подъ главнымъ путемъ, проектная отмѣтка коего выше отмѣтки элеваторнаго пути,—2,00 саж.

Повѣримъ устойчивость болѣе высокаго устоя моста.

Плоскость обрушенія наклонена къ вертикали подъ угломъ α, который опредѣлится изъ условія, чтобы величина распора $E=\frac{1}{2}tg^2\left(\frac{90-\varphi}{2}\right)h(\delta h+2v)$ была-бы наибольшая. Это условіе

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. Л. Е. ЖЕЖЕРИТОВА

будетъ удовлетворено при $\alpha=\frac{90-\varphi}{2}$, гдѣ φ есть уголъ естественнаго откоса насыпного грунта, принятый нами въ 38^0; тогда $\alpha=26^0$.



I. Для обезпеченія устойчивости противъ вращенія относительно ребра A необходимо, чтобы:

$Pp=mEe=s\delta+s_1\delta_1$, гдѣ:

P—вѣсъ каменной кладки устоя до плоскости AB на одну пог. саж. съ вѣсомъ, приходящейся на обрѣзъ устоя, засыпки земли;

p—плечо силы P;

m—коэффиціентъ устойчивости;

E—горизонтальный распоръ земли съ подвижной нагрузкой;

e—плечо распора;

s и s_1—статическіе моменты сѣченія каменной кладки и земляной засыпки, приходящейся на обрѣзъ устоя, относительно ребра A;

δ и δ_1—вѣсъ куб. саж. каменной кладки (1300 пуд.) и куб. саж. земли (1000 пуд.).

Статическій моментъ сѣченія каменной кладки относительно ребра A:

$$s=1,25\times2,27\times0,65+0,20\times\frac{0,03^2}{2}+0,35\times0,10\times0,27-$$
$$-\left(0,44\times0,35\times0,19+0,40\times1,72\times1,08+0,20\times\frac{0,20}{2}\times\right.$$
$$\left.\times0,80+0,4\times0,10\times1,15\right)=1,019\ (\text{саж.})^3.$$

Статическій моментъ сѣченія засыпки земли, приходящейся на обрѣзъ устоя:

$$s_1=0,40\times1,72\times1,08+0,2\times\frac{0,2}{2}\times0,80+0,40\times0,10\times1,15=$$
$$=0,743\times0,016+0,046=0,805\ (\text{саж.})^3.$$

Откуда моментъ силы P, относительно ребра A,—$Pp=s\delta+s_1\delta_1=$
$=1,019\times1300+0,805\times1000=1324+805=2129$ пуд.-саж.

Распоръ земляной призмы по *Гобену*, на 1 пог. саж.:

$E=\Psi h(\delta_1h+2v)$, гдѣ h—высота устоя$=2,27$ саж.

$$\Psi=\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=\frac{1}{2}tg^2 26^0=0,119;$$

v—равномѣрно распредѣленное давленіе отъ подвижной нагрузки (на 1 кв. саж.) найдемъ, имѣя въ виду, что вліяніе на распоръ имѣетъ подвижная нагрузка, помѣщенная сзади устоя на пространствѣ $x=htg\alpha=2,27\times0,48773=1,11$ пог. саж.; на этомъ протяженіи можно помѣстить только двѣ оси паровоза.

Такимъ образомъ подвижная нагрузка$=763\times2=1526$ пуд., откуда равномѣрно распредѣленное давленіе, приходящееся на 1 кв. саж. при ширинѣ насыпи 2,35 саж.

$$v=\frac{1526}{2,35\times1,11}=584,6\ \text{пуд.}$$

Итакъ распоръ земли $E=0,119\times2,27(2,27\times1000+2\times\times584,6)=928,9=\backsim929$ пуд.

$$\text{Плечо распора } e=h\frac{\delta_1h+3v}{3\delta_1h+6v}=2,27\frac{1000\times2,27+3\times584,6}{3\times1000\times2,27+6\times584,6}=$$
$$=0,88\ \text{саж.}$$

и моментъ распора $Ee=929\times0,88=817,5$ пуд.-саж.

Слѣдовательно, коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія около ребра A:

$$m_1=\frac{Pp}{Ee}=2,6.$$

II. Коэффиціентъ устойчивости противъ скольженія найдемъ изъ формулы:

$$m_1=\frac{Pf}{E},\ \text{гдѣ:}$$

P—вѣсъ каменной кладки и засыпки земли на 1 пог. саж. устоя:

$$1300\{1,25\times2,27+0,20\times0,03+0,35\times0,10-(0,44\times0,35+$$
$$+1,72\times0,4+0,20\times0,10+0,4\times0,10)\}+1000(1,72\times$$
$$\times0,4+0,2\times0,10+0,4\times0,10)=3337\ \text{пуд.};$$

f—коэффиціентъ тренія$=0,7$.

E—по предыдущему 929 пуд.

$$m_1=\frac{3337\times0,7}{929}=2,5.$$

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ моста написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію Сентября 22 дня 1895 г. съ тѣмъ, чтобы родъ основанія опоръ и глубина его заложенія, были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта.

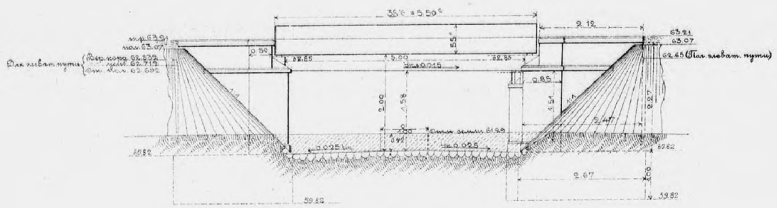
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

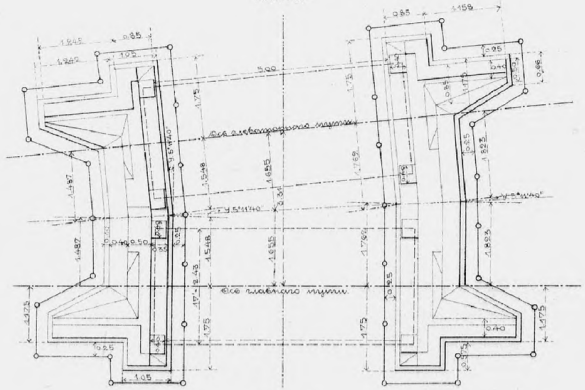
Съ копіей вѣрно: Завѣдующій Чертежною К. Гильманъ.

ОБЩІЙ ВИДЪ МОСТА

для самотаски къ лѣсопильнѣ г. Карпова.



Планъ.



Масштабъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

СООРУЖЕНІЕ
ПЕНЗЕНСКОЙ ЛИНІИ.

Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проектамъ мостовъ чрезъ рѣку ПЕНЗУ,

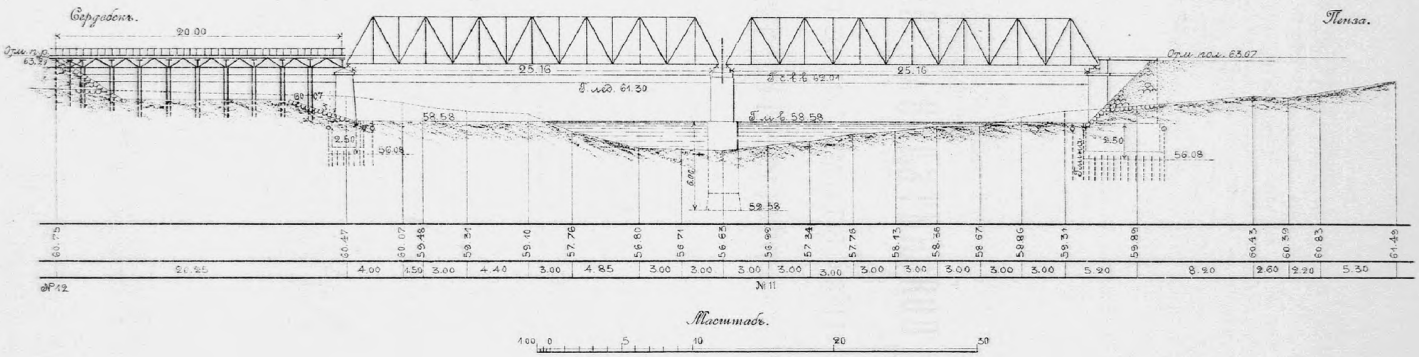
на 2-й и 5-й верстахъ

Пенза-Сердобской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГ. П. С. ЖЕЛКРИТОВА

Общій видъ моста чрезъ рѣку Пензу,

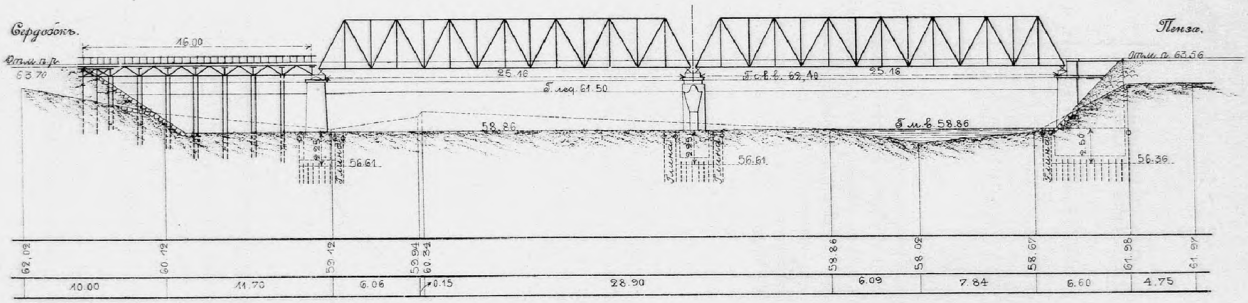
на 2-й вер. Пенза-Сердобской линіи.



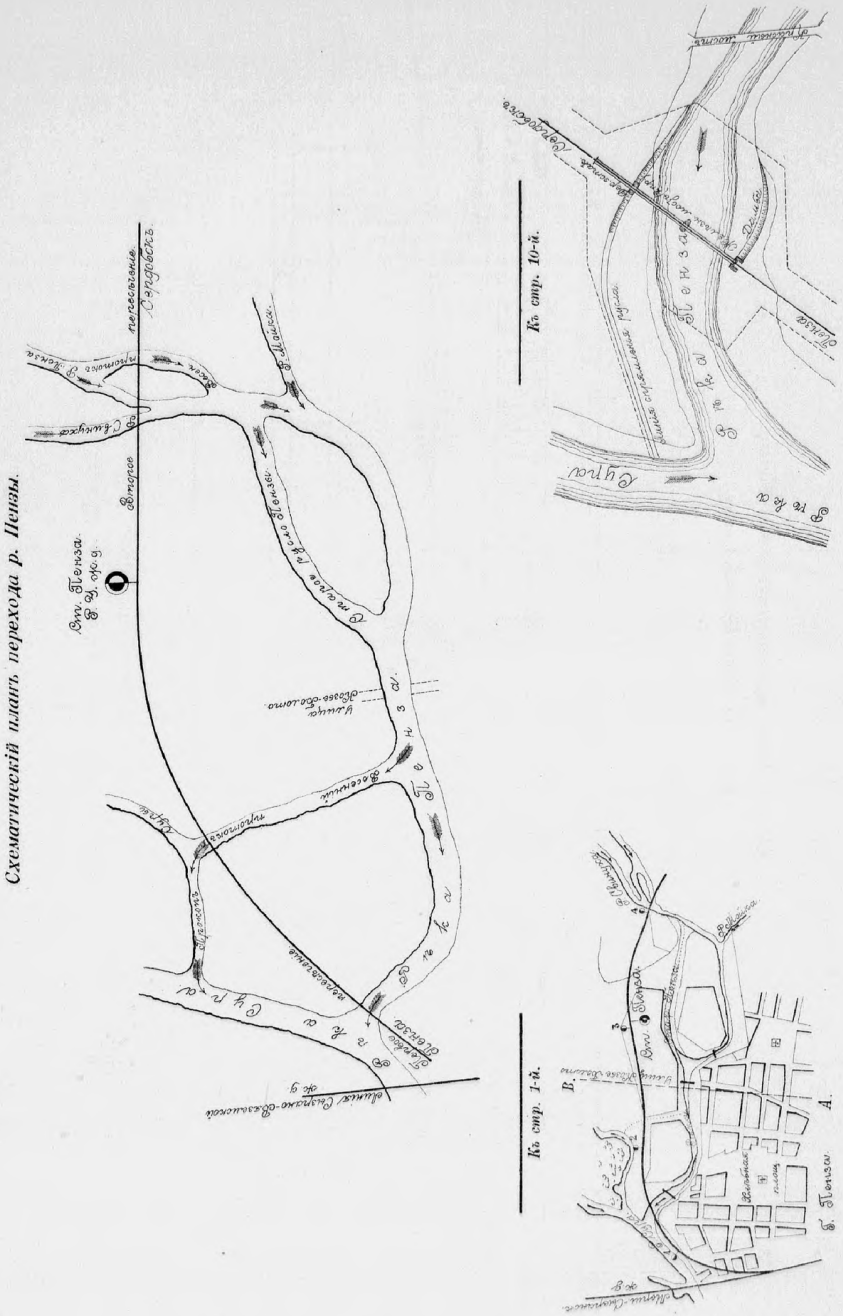
Масштабъ.

Общій видъ моста чрезъ рѣку Пензу,

на 5-й вер. Пенза-Сердобской линіи.



Масштабъ.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проектамъ мостовъ чрезъ рѣку ПЕНЗУ,

на 2-й и 5-й верстахъ

Пенза-Сердобской линіи.

Проектируемая линія желѣзной дороги у г. Пензы вступаетъ на соединенную пойму рѣкъ Суры и Пензы близъ кладбища; затѣмъ линія желѣзной дороги сначала проходитъ по поймѣ между рѣкою Сурою и застроенными кварталами, въ разстояніи отъ послѣднихъ около 70 саж., далѣе, чрезъ застроенные кварталы, послѣ чего она вторично пересѣкаетъ р. Пензу и поворачиваетъ влѣво для соединенія съ Сызрано-Вяземской желѣзной дорогой. Въ мѣстахъ перваго и второго пересѣченія (на 2-й и 5-й верстахъ) рѣки Пензы съ желѣзнодорожнымъ полотномъ предполагается устроить мосты.

Въ виду того, что линія желѣзной дороги пересѣкаетъ р. Пензу въ такихъ мѣстахъ, гдѣ происходитъ соединеніе поймъ р.р. Суры и Пензы, то, для опредѣленія расхода рѣки Пензы, взято сѣченіе AB, ниже впаденія въ послѣднюю рѣчки Мойки, противъ улицы Козье болото, чрезъ которое протекаетъ, во время высокихъ водъ, какъ вода изъ р. Суры, такъ и всѣ воды р. Пензы съ ея притокомъ р. Мойкой, и, слѣдовательно, въ этой части рѣки соединяются всѣ отдѣльные элементы, изъ которыхъ составляется полный расходъ р. Пензы, какъ это видно изъ прилагаемаго при семъ плана.

Данныя для опредѣленія расхода рѣки Пензы, для сѣченія у Козьяго болота, слѣдующія:

1) Горизонтъ высокихъ водъ 1895 г. . . . . 61,67.

2) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ 1879 г. . . . . 62,11.

3) Наибольшая скорость на поверхности, найденная поплавками и соотвѣтствующая горизонту высокихъ водъ 1895 г.—61,67:

$$v_{max}=1{,}00 \text{ саж.}=7 \text{ фут.},$$

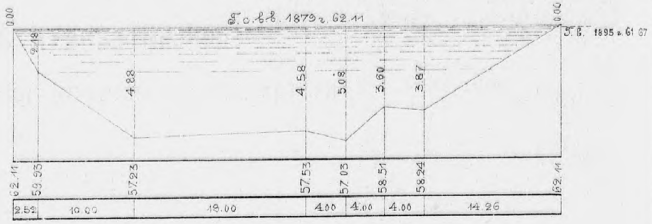
каковой скорости соотвѣтствуетъ средняя всего сѣченія, по *Вейсбаху:*

$$v_c=0{,}837\times v_{max}=0{,}837 \text{ саж.}=7\times 0{,}837=5{,}86 \text{ фут.}$$

Изъ наблюденій, произведенныхъ при разныхъ уровняхъ высокихъ водъ до отмѣтки 61,67 включительно выяснилось, что съ повышеніемъ сего уровня, вслѣдствіе подпора у моста чрезъ р. Суру Сызрано-Вяземской жел. дороги, скорость уменьшается и потому при уровнѣ 62,11, во всякомъ случаѣ, она не можетъ быть болѣе наблюденной въ 1895 г.

При горизонтѣ самыхъ высокихъ водъ 1879 г.—62,11, получится:

Живое сѣченіе р. Пензы
у Козьяго болота.



Площадь сѣченія р. Пензы у Козьяго болота:

$$\omega=\frac{2,52\times2,18}{2}+\frac{2,18+4,88}{2}\times10+\frac{4,88+4,58}{2}\times18+\frac{4,58+5,08}{2}\times$$
$$\times4+\frac{5,08+3,60}{2}\times4+\frac{3,60+3,87}{2}\times4+\frac{3,87\times14,26}{2}=$$
$$=202,40 \text{ кв. саж.}$$

Такимъ образомъ полный расходъ р. Пензы у Козьяго болота:

$$Q=202,40\times0,837=169,41 \text{ куб. саж.}$$

Для того, чтобы передъ проектируемыми мостами не происходило подпора и всѣ воды проходили безпрепятственно, необходимо, чтобы пропускная способность каждаго изъ этихъ мостовъ, при самыхъ высокихъ горизонтахъ весеннихъ водъ, была не менѣе 202,40 кв. саж.

Для доставленія исчисленной площади пропускного отверстія, мосты на 2-й и 5-й верстахъ чрезъ р. Пензу проектируются составленными изъ двухъ частей: для пропуска главной массы воды и льда, *желѣзный мостъ на каменныхъ опорахъ, отверстіемъ въ 50 саж., по 25 саж. каждый, и по деревянной эстакадѣ* со стороны Сердобска, *длиною по верху на 2-й верстѣ—въ 20 саж. и на 5-й верстѣ—въ 16 саж.*

Имѣющаяся площадь живого сѣченія, перекрытаго металлическими частями и деревянной эстакадой, **на 2-й верстѣ**, при самомъ высокомъ горизонтѣ (отмѣтка 62,01), за вычетомъ площадей, занятыхъ опорами, сваями и откосомъ, по срѣзкѣ грунта до горизонта меженнихъ водъ (58,58) въ предѣлахъ желѣзнаго перекрытія, и до отмѣтки 60,07 подъ деревянной эстакадой:

$$\Omega_2=2\times25(62,01-58,58)+\left(\frac{1,84\times0,82}{2}+\frac{0,82+1,78}{2}\times4,85+\right.$$
$$+\frac{1,78+1,87}{2}\times3+\frac{1,87+1,95}{2}\times3+\frac{1,95+1,59}{2}\times3+$$
$$+\frac{1,59+1,24}{2}\times3+\frac{1,24+0,82}{2}\times3+\frac{0,82+0,45}{2}\times3+$$
$$\left.+\frac{0,45+0,22}{2}\times3+\frac{0,22\times2,13}{2}\right)-1,95\times2+1,94(14-1,50\times$$
$$\times1,94)-(8\times1,94\times0,25)=171,50+34,05-3,90+32,81-$$
$$-3,88=238,36-7,78=230,58 \text{ кв. саж.}$$

Рабочая площадь:

$$\mu\Omega_2=0,95\times230,58=219,05 \text{ кв. саж.}$$

А такъ какъ наибольшій расходъ при самыхъ высокихъ водахъ равняется 169,41 куб. саж., то средняя скорость подъ мостомъ *на 2-й верстѣ* получится:

$$v_c=\frac{169,41}{\mu\times\Omega_2}=\frac{169,41}{219,05}=0,77 \text{ саж.},$$

каковой скорости соотвѣтствуетъ скорость по дну, по *Дюбуа:*

$$\frac{0,77}{1,33}=0,578 \text{ саж.}=7\times0,578=4 \text{ фут.}$$

Имѣющаяся площадь пропускного отверстія подъ мостомъ **на 5-й верстѣ** при самомъ высокомъ горизонтѣ (62,40), по срѣзкѣ грунта до горизонта меженнихъ водъ (58,86), за вычетомъ проекцій свай:

$$\Omega_3=2(62,40-58,86)25+\frac{14,40\times0,84}{2}+3,54(8,5+1,5\times3,54)-$$
$$-5\times3,54\times0,25=1,77+6,05+48,88-4,43=231,93 \text{ кв. саж.}$$

Рабочая площадь:

$$\mu\omega_3=0,95\times231,93=220,33 \text{ кв. саж.}$$

Средняя скорость подъ мостомъ *на 5-й верстѣ:*

$$v_c=\frac{169,41}{\mu\Omega_3}=\frac{169,41}{220,33}=0,77 \text{ саж.}$$

Скорость по дну, по *Дюбуа:*

$$\frac{0,77}{1,33}=4 \text{ фут.},$$

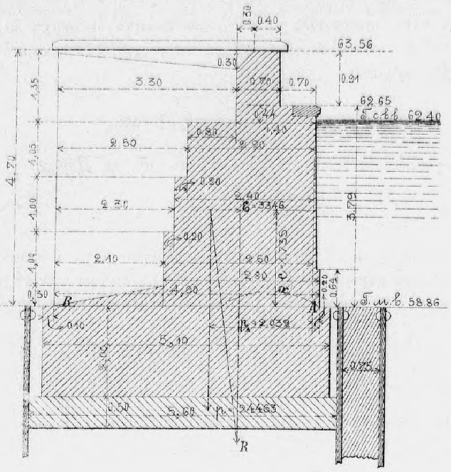
что менѣе бытовыхъ скоростей.

Изъ собранныхъ отъ мѣстнаго Начальника участка Сызрано-Вяземской желѣзной дороги данныхъ выяснилось, что мостъ чрезъ р. Суру, ниже впаденія въ нее р. Пензы, имѣетъ площадь пропускного отверстія, при самомъ высокомъ горизонтѣ (62,01)=250 кв. саж., что при наблюденной средней скорости въ 7 фут. дастъ расходъ всего въ 250 куб. саж. Такимъ образомъ, расходъ въ 169,41 куб. саж., принятый нами для расчета отверстія мостовъ чрезъ р. Пензу на 2-й и 5-й верстахъ, составляетъ болѣе $^2/_3$ предыдущаго расхода.

Расчетъ опоръ моста чрезъ р. Пензу на 5-й верстѣ.

Береговыя опоры, равно и средній быкъ съ ледорѣзомъ предположено заложить въ шпунтовыхъ огражденіяхъ на сваяхъ. При чемъ, глубина заложенія основанія устоя со стороны Пензы предположена на отмѣткѣ 56,36, т. е. на 2,50 саж. ниже горизонта меженнихъ водъ,—опоры же со стороны Сердобска и средняго быка на отмѣткѣ 56,61, т. е. на 2,25 саж. ниже меженнихъ водъ.

Повѣрка устойчивости устоя противъ вращенія и на скольженіе.



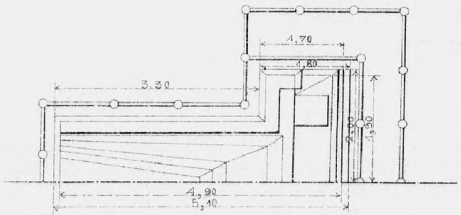
Повѣрка устойчивости производится на вращеніе около ребра A и на скольженіе по плоскости AB.

Площадь сѣченія устоя до плоскости AB:

$$\Omega_1=\left(\frac{0,20\times3,79}{2}+2,60\times1,30+2,40\times\times1,00+2,20\times1,00+1,40\times0,44+0,91\times0,70-\frac{0,30\times0,30}{2}\right)=$$
$$=0,379+3,38+2,40+2,20+0,616+0,637-0,045=9,567 \text{ кв.с.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A:

$$S_1=0,379\times0,133+3,38\times1,50+2,40\times1,40+2,20\times1,30+0,616\times0,90+0,637\times1,25-0,045\times1,50=0,050+5,07+3,36+2,86+0,554+0,796-0,068=12,622 \text{ (саж.)}^3$$



Площадь засыпки:

$$\Omega_2=\left(2,10\times1,30+2,30\times1,00+2,50\times\times1,00+3,30\times1,35+\frac{0,30\times0,30}{2}\right)=$$
$$=2,73+2,30+2,50+4,455+0,045=12,03 \text{ кв. саж.}$$

Статическій моментъ площади засыпки:

$$S_2=2,73\times3,85+2,30\times3,75+2,50\times3,65+4,455\times3,25+0,045\times\times1,50=10,51+8,625+9,125+14,479+0,068=42,807 \text{ (саж.)}^3$$

Вѣсъ устоя на одну пог. саж.:

1) Каменной кладки:

$p_1=\Omega_1\times1300=9,567\times1300$ . . . . $=12437$ пуд.

2) Засыпки:

$p_2=\Omega_2\times1000=12,03\times1000$ . . . . $=12030$ „

Всего p . . $=24463$ пуд.

Моментъ вѣса устоя:

$$M_1=S_1\triangle_1+S_2\triangle_2=12,622\times1300+42,807\times1000=16408+42,807=59215 \text{ пуд.-саж.}$$

Отсюда плечо момента вѣса устоя относительно ребра A:

$$p_A=\frac{M_1}{p}=\frac{59215}{24463}=2,421 \text{ саж.}$$

Вѣсъ фермы, пролетомъ 25 саж., съ ѣздою по низу . . . . . = 9090 пуд.

Вѣсъ проѣзжей части:

$25\times7\times10$ . . . . . = 1750 „

Вѣсъ подвижной нагрузки:

$25\times7\times102$. . . . . =17850 „

Всего. . . . 28690 пуд.

Давленіе, передаваемое на одну опору:

$$\frac{28690}{2}=14345 \text{ пуд.}$$

Отсюда на одну пог. саж.:

$$\beta=\frac{14345}{2,20}=6520 \text{ пуд.}$$

Разстояніе оси опоры отъ ребра A:

$$a=0,575.$$

Плечо момента относительно ребра A всѣхъ дѣйствующихъ въ устоѣ силъ:

$$p_A=\frac{M_1+\beta a}{p+\beta}=\frac{59215+6520\times0,575}{24463+6520}=\frac{62964}{30983}=2,032 \text{ саж.}$$

Распоръ земли на 1 пог. саж. найдемъ по формулѣ:

$$E=\Psi h(\gamma h+2v),$$

гдѣ:

$$\Psi={}^1/_2 tg^2\left(45^0-\frac{\alpha}{2}\right)=0,119;$$

α—уголъ естественнаго откоса$=38^0$;

h—высота засыпки за устоемъ$=4,70$ саж.;

v—равномѣрно распредѣленная нагрузка на кв. саж. верхней площадки, замѣняющая собою дѣйствіе подвижной нагрузки$=643$ пуд. (Курсъ мостовъ *Николаи*):

γ--вѣсъ куб. саж. земли$=1000$ пуд.

Слѣдовательно:

$$E=0{,}119\times4{,}70(1000\times4{,}70+2\times643)=3346 \text{ пуд.}$$

Плечо этого распора относительно A:

$$e=h\times\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v}=4{,}70\,\frac{1000\times4{,}70+3\times643}{3\times1000\times4{,}70+6\times643}=\frac{31156}{17958}=$$
$$=1{,}735 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2=E\times e=3346\times1{,}735=5805 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія около ребра A:

$$m_1=\frac{M_1}{M_2}=\frac{59215}{5805}=10{,}2;$$

на скольженіе въ плоскости AB:

$$m_2=f\times\frac{p}{E}=0{,}7\times\frac{24463}{3346}=\frac{17124}{3346}=5{,}1,-$$

гдѣ $f=0{,}7$—коэффиціентъ тренія камня.

Кромѣ того, для удовлетворенія условія прохожденія равнодѣйствующей R силы распора земли и вѣса опоры чрезъ среднюю треть основанія необходимо, чтобы разстояніе x этой силы отъ ребра A было болѣе $\frac{AB}{3}=\frac{4{,}90}{3}=1{,}633$ саж.; разстояніе это:

$$x=p_A-e\times\frac{E}{p}=2{,}032-1{,}735\times\frac{3346}{24463}=2{,}032-0{,}237=1{,}795>$$
$$>1{,}633 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно, условіе прохожденія равнодѣйствующей чрезъ среднюю треть основанія соблюдено.

Давленіе на бетонъ и сваи.

Вѣсъ одной пог. саж. устоя выше опредѣленъ въ 24463 пуд.

При длинѣ опоры въ 3,80 саж., вѣсъ устоя до фундамента будетъ:

$$24463\times3{,}8-4{,}70\times0{,}80\times3{,}30\times1300\times2=92959{,}4-32260{,}8=$$
$$=60699 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ фундамента до бетоннаго слоя:

$$2{,}00[5{,}10\times4{,}00-2\times0{,}80\times3{,}30]1300=39312 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ всей опоры до бетоннаго слоя:

$$60699+39312=100011 \text{ пуд.}$$

Площадь основанія фундамента:

$$84^2(4\times5{,}10-2\times0{,}80\times3{,}30)=15{,}12\times84^2=106687 \text{ кв. дм.}$$

Давленіе на бетонъ:

$$\frac{100011+14345}{106687}=1{,}07\,\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Вѣсъ бетона:

$$0{,}35(5{,}60\times4{,}50-2\times0{,}80\times3{,}30)1300=9063 \text{ пуд.}$$

Давленіе на одну сваю (всѣхъ свай 86 шт.):

$$\frac{100011+14345+9063}{86}=\frac{123419}{86}=1435 \text{ пуд.}$$

Напряженіе матеріала свай:

$$\frac{1435}{86{,}59}=17\,\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Отказъ l отъ послѣдняго залога находимъ по формулѣ:

$$p=\frac{nQ^2h}{ml(Q+q)}+\frac{Q+q}{m},$$

гдѣ:

p—давленіе на сваю . . . . . =1435 пуд.

Q—вѣсъ бабы . . . . . = 30 „

h—высота паденія бабы:

a) при машинномъ копрѣ . . . . . =1,50 саж.

b) „ ручномъ „ . . . . . =0,50 „

n—число ударовъ въ залогѣ:

a) при машинномъ копрѣ. . . . . = 10 „

b) „ ручномъ „ . . . . . = 25 „

q—вѣсъ сваи. . . . . = 25 „

m—коэффиціентъ:

a) при машинномъ копрѣ. . . . . = 8 „

b) „ ручномъ „ . . . . . = 20 „

Отказъ отъ послѣдняго залога:

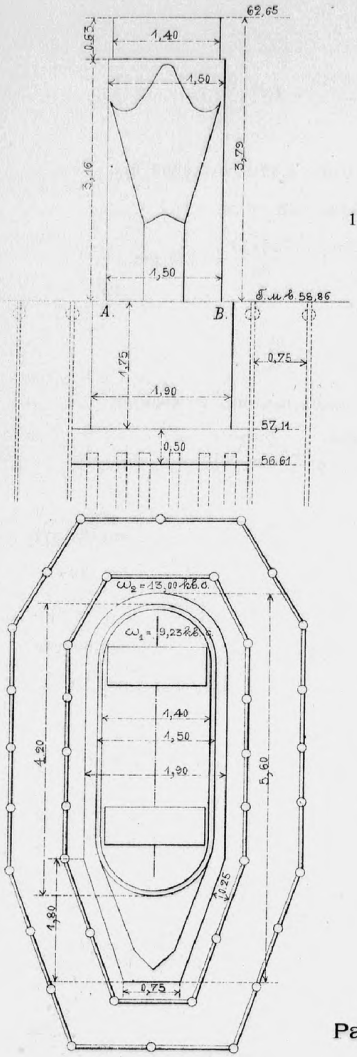
a) для машиннаго копра:

$$l=\frac{nQ^2h}{\left(p-\frac{Q+q}{m}\right)(Q+q)m}=\frac{10\times30^2\times1{,}50}{\left(1435-\frac{30+25}{8}\right)(30+25)8}=0{,}023 \text{ саж.}$$

b) для ручного копра:

$$l=\frac{25\times30^2\times0{,}50}{\left(1435-\frac{30+25}{20}\right)(30+25)20}=0{,}008 \text{ саж.}$$

Быкъ съ ледорѣзомъ.



Быкъ съ ледорѣзомъ.

Давленіе на каменную кладку и сваи.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составится изъ:

1) Вѣса быка до плоскости AB:

$$1300\left[\left(2{,}70\times1{,}50+\frac{\pi\times(1{,}50)^2}{4}\right)3{,}16+\left(2{,}70\times\right.\right.$$
$$\left.\left.\times1{,}40+\frac{\pi\times(1{,}40)^2}{4}\right)0{,}63\right]=1300\times23{,}70=30810 \text{ пуд.}$$

2) Вѣса пролетной части и подвижной нагрузки по предыдущему. . . . $=28690$ „

Всего . . . 59500 пуд.

Давленіе это передается на площадь:

$$\left(2{,}70\times1{,}50+\frac{\pi\times(1{,}50)^2}{4}\right)\times84^2=41038 \text{ кв. дм.},$$

съ силою:

$$\frac{59500}{41038}=1{,}45\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}<3 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ фундамента до бетоннаго слоя:

$$1300\times9{,}23\times1{,}75=20998 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ всей опоры до бетоннаго слоя:

$$59500+20998=80498 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ бетона:

$$1300\times13{,}00\times0{,}50=8450 \text{ пуд.}$$

Давленіе на одну сваю (всѣхъ свай 66 шт.):

$$\frac{80498+8450}{66}=1347 \text{ пуд.}$$

Напряженіе матеріала сваи:

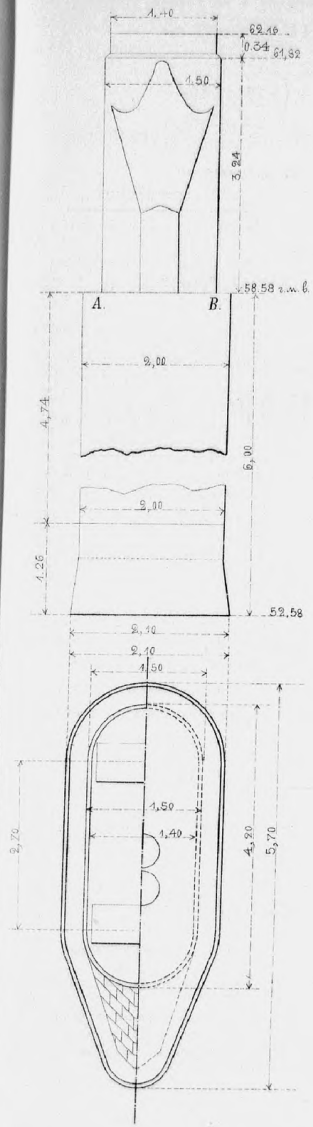
$$\frac{1347}{86{,}59}=15{,}6\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Расчетъ опоръ моста чрезъ р. Пензу на 2-й верстѣ.

Береговые устои предположено заложить въ шпунтовыхъ огражденіяхъ на сваяхъ, при чемъ, глубина заложенія основаній устоевъ предположена на отмѣткѣ 56,08, т. е. на 2,50 саж. ниже меженнихъ водъ.

Быкъ съ ледорѣзомъ предположено заложить на кессонѣ на опредѣленной ниже глубинѣ.

Быкъ съ ледорѣзомъ.



Опредѣленіе глубины заложенія быка съ ледорѣзомъ.

Глубину заложенія быка находимъ по формулѣ *Паукера:*

$$h=h'tg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right),$$

гдѣ:

$\varphi=30^0$—уголъ естественнаго откоса земли;

h'—высота песчанаго столба, замѣняющаго собою сооруженіе.

При предполагаемой глубинѣ заложенія быка въ 6,00 саж. отъ горизонта меженнихъ водъ, имѣемъ:

1) Вѣсъ проѣзжей части и подвижной нагрузки по предыдущему . . . . . $=28690$ пуд.

2) Вѣсъ быка:

$$1300\left[\frac{10{,}27+9{,}58}{2}\times1{,}26+9{,}58\times4{,}74+\right.$$
$$+\left(2{,}70\times1{,}50+\frac{\pi\times1{,}50^2}{4}\right)3{,}24+$$
$$\left.+\left(2{,}70\times1{,}40+\frac{\pi\times1{,}40^2}{4}\right)0{,}34\right]=$$
$$=1300\times78{,}57 \ldots\ldots\ldots=102141 \text{ „}$$

Всего . . 130831 пуд.

За вычетомъ вѣса вытѣсненной воды, при меженнемъ горизонтѣ, 58 кв. саж. $\times593$ . . $=34394$ „

Остается . . . 96437 пуд.

Высота h' песчанаго столба, эквивалентная вѣсу быка съ пролетною частью и подвижной нагрузкой:

$$h'=\frac{96437}{1000\times10{,}27}=9{,}39 \text{ саж.},$$

гдѣ вѣсъ кубической сажени земли принятъ равнымъ 1000 пуд. и 10,27—площадь основанія быка.

Далѣе при $\varphi=30^0$:

$$tg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=tg^4 30^0=0{,}11.$$

Слѣдовательно, расчетная глубина заложенія быка:

$$h=9{,}39\times0{,}11=1{,}03 \text{ саж.}$$

Глубина заложенія быка предположена на отмѣткѣ 52,58, т. е. на 6,00 саж. ниже меженнихъ водъ.

Слѣдовательно, коэффиціентъ устойчивости быка будетъ:

$$m_1=\frac{6{,}00-1{,}95}{1{,}03}=3{,}93.$$

Давленіе быка на каменную кладку и на грунтъ.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составится изъ:

1) Вѣса быка до плоскости AB:

$$1300\left[\left(2{,}70\times1{,}50+\frac{\pi\times(1{,}50)^2}{4}\right)3{,}24+\left(2{,}70\times1{,}40+\right.\right.$$
$$\left.\left.+\frac{\pi\times(1{,}40)^2}{4}\right)0{,}34\right]=1300\times20{,}65 \quad . \; . \; . \; . \; . \; =26845 \text{ пуд.}$$

2) Вѣса пролетной части и подвижной нагрузки по предыдущему . . . . . =28690 „

Всего . . . 55535 пуд.

Давленіе это передается на площадь:

$$\left(2{,}70\times1{,}50+\frac{\pi\times(1{,}50)^2}{4}\right)84^2=5{,}816\times84^2=41038 \text{ кв. дм.},$$

съ силою:

$$\frac{55535}{41038}=1{,}36\,\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}<3 \text{ пуд.}$$

Давленіе на грунтъ составится изъ:

1) предыдущаго . . . . . 55535 пуд.
2) остальной кладки. . . . . 75296 „

Всего. . . 130831 пуд.

Передается на площадь:

$$10{,}27\times84^2=72465 \text{ (дм.)}^2,$$

съ силою:

$$\frac{130831}{72465}=1{,}80\,\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2},$$

что допустимо для плотной глины.

Система заложенія, а равно и размѣры берегового устоя почти одинаковы съ устоемъ моста на 5 вер., а потому расчета его здѣсь не приводимъ. Для урегулированія теченія, предположено сдѣлать выемку грунта праваго берега и устроить струенаправляющую дамбу вдоль лѣваго берега, какъ это показано на прилагаемомъ при семъ планѣ перехода р. Пензы.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Сардаровъ.*

Копія съ копіи.

На подлинной написано:

По утвержденному Господиномъ Товарищемъ Министра п. с., за Министра, отъ 25 Января 1896 г., за № 176, журналу Инженернаго Совѣта постановлено:

1) одобрить представленные при рапортѣ Инспектора по сооруженію новыхъ линій Общества Рязанско-Уральской ж. д. отъ 21 Сентября 1895 г., за № 2867, проекты общаго расположенія и опоръ мостовъ чрезъ р. Пензу на 2 и 5 верстахъ Пенза-Сердобской линіи, считая отъ ст. Пенза Сызрано-Вяземской ж. д.;

2) признать опредѣленныя въ расчетахъ сихъ мостовъ отверстія ихъ достаточными, и

3) предоставить Инспектору, по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ по постройкѣ Пенза-Сердобской вѣтви, выяснить вопросъ о необходимости устройства кессоннаго основанія для промежуточнаго быка въ мостѣ на 2 верстѣ, опредѣлить окончательно глубину заложенія и родъ основанія опоръ сихъ мостовъ, въ зависимости отъ ближайшаго выясненія свойствъ грунта, а также опредѣлить уклонъ ледорѣзныхъ частей быковъ въ зависимости отъ условій ледохода на р. Пензѣ.

За Директора Бѣлинскій. Дѣлопроизводитель Деминъ.

На копіи написано:

Вѣрно: Дѣлопроизводитель Деминъ.

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Сверилъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Въ исправленномъ видѣ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Къ проекту, утвержденному по докладу отъ 27 Ноября 1895 г. за № 2145.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ПЕНЗУ,

на 10 верстѣ

Пенза-Сердобской линіи.

Саратовъ 1896 Литогр. П. С. Аскаратова

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку ПЕНЗУ,

на 10 верстѣ

Пенза-Сердобской линіи.

Данныя для опредѣленія расхода р. Пензы слѣдующія:

1) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ, по показанію старожиловъ . . . . . 63,69.

2) Горизонтъ высокихъ водъ 1895 г. . . . . 63,61.

Весенній разливъ 1895 г., по обилію воды и силѣ ледохода, долженъ, по показанію старожиловъ, считаться выдающимся.

3) Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . 62,63.

4) Наименьшая отмѣтка дна . . . . . 61,08.

5) Уклонъ рѣки по льду, опредѣленный нивеллировкою. . . . . $i = 0{,}00023$

Вскрытіе рѣки произошло 31-го Марта при горизонтѣ 62,78.

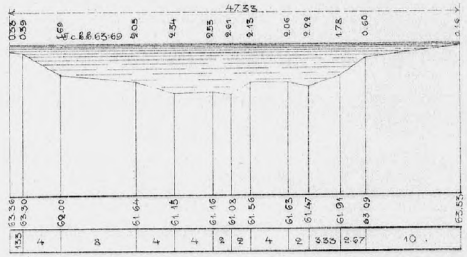
При наивысшемъ горизонтѣ 63,69—имѣемъ:

Главное русло.

Шир. по урѣзу 47,33.

Живое сѣченіе главнаго русла

по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1 = \frac{0{,}33+0{,}39}{2}\times 1{,}33 + \frac{0{,}39+1{,}69}{2}\times 4 + \frac{1{,}69+2{,}05}{2}\times 8 +$$

$$+\frac{2{,}05+2{,}54}{2}\times 4 + \frac{2{,}54+2{,}53}{2}\times 4 + \frac{2{,}53+2{,}61}{2}\times 2 +$$

$$+\frac{2{,}61+2{,}13}{2}\times 2 + \frac{2{,}13+2{,}06}{2}\times 4 + \frac{2{,}06+2{,}22}{2}\times 2 +$$

$$+\frac{2{,}22+1{,}78}{2}\times 3{,}33 + \frac{1{,}78+0{,}60}{2}\times 2{,}67 + \frac{0{,}60+0{,}16}{2}\times$$

$$\times 10 = 75{,}096 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1 = 0{,}33 + \sqrt{1{,}33^2+0{,}06^2} + \sqrt{4^2+1{,}30^2} + \sqrt{8^2+0{,}36^2} +$$

$$+\sqrt{4^2+0{,}49^2} + \sqrt{4^2+0{,}01^2} + \sqrt{2^2+0{,}08^2} + \sqrt{2^2+0{,}48^2} +$$

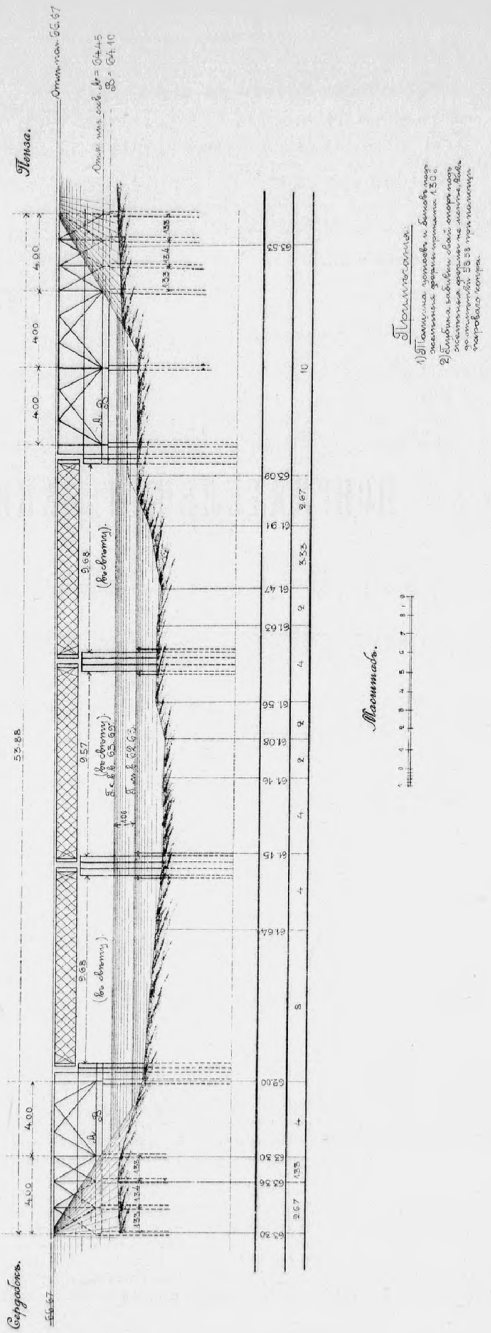
$$+\sqrt{4^2+0{,}57^2} + \sqrt{2^2+0{,}16^2} + \sqrt{3{,}33^2+0{,}44^2} +$$

$$+\sqrt{2{,}67^2+1{,}18^2} + \sqrt{10^2+0{,}44^2} + 0{,}16 = 48{,}45 \text{ саж.}$$

Общій видъ моста чрезъ р. Пензу,

на 10 вер. Пенза-Сердобской линіи.

Утвержденный по докладу отъ 27 Ноября 1898 г. за № 2145 *).


Пенза.
Сердобск.
Отмѣтка 66.67
Отмѣтка 63.69
Отмѣтка 63.61
Отмѣтка 62.63
Отмѣтка 61.08
Отмѣтка 62.78
Отмѣтка 61.64
Отмѣтка 61.15
Отмѣтка 61.16
Отмѣтка 61.08
Отмѣтка 61.56
Отмѣтка 61.63
Отмѣтка 61.47
Отмѣтка 61.91
Отмѣтка 63.09
Отмѣтка 62.55
Отмѣтка 63.36
Отмѣтка 63.30
Отмѣтка 62.00
Отмѣтка 63.50
Отмѣтка 63.56
Отмѣтка 63.64
Отмѣтка 63.54
Отмѣтка 63.53
Отмѣтка 63.61
Отмѣтка 63.55
Отмѣтка 63.54
Отмѣтка 63.53
Отмѣтка 63.54

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{75,096}{48,45}=1,549 \text{ саж.}=2,134\times1,549=3,305 \textit{ mtr.}$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, полагая $n=0,025$ и $i=0,00023$,

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00023}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00023}\right)\frac{0,025}{\sqrt{3,305}}}=49,50;$$

и $v_1=49,50\sqrt{3,305\times0,00023}=49,50\times0,0275=1,361$ *mtr.* $=\frac{1,361}{2,134}=0,638$ саж.

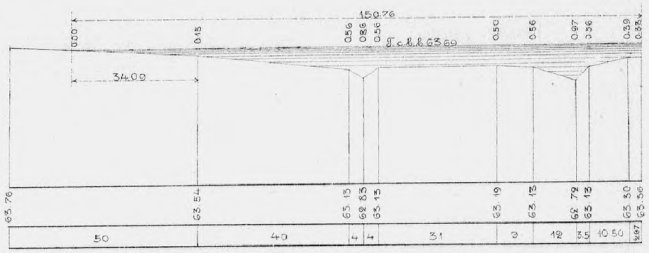
Расходъ по главному руслу:

$$Q_1=\Omega_1\times v_1=75,096\times0,638=47,91 \text{ куб. саж.}$$

Лѣвая пойма.

Шир. по урѣзу 150,76 саж.

Живое сѣченіе поймы по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2=\frac{34,09\times0,15}{2}+\frac{0,15+0,56}{2}\times40+\frac{0,56+0,86}{2}\times4+$$
$$+\frac{0,86+0,56}{2}\times4+\frac{0,56+0,50}{2}\times31+\frac{0,50+0,56}{2}\times9+$$
$$+\frac{0,56+0,97}{2}\times12+\frac{0,97+0,56}{2}\times3,5+\frac{0,56+0,39}{2}\times$$
$$\times10,5+\frac{0,39+0,33}{2}\times2,67=61,44 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=\sqrt{34,09^2+0,15^2}+\sqrt{40^2+0,41^2}+\sqrt{4^2+0,30^2}+\sqrt{4^2+0,30^2}+$$
$$+\sqrt{31^2+0,06^2}+\sqrt{9^2+0,06^2}+\sqrt{12^2+0,41^2}+\sqrt{3,5^2+0,41^2}+$$
$$+\sqrt{10,5^2+0,17^2}+\sqrt{2,67^2+0,06^2}+0,39=151,22 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{61,44}{151,22}=0,406 \text{ саж.}=2,134\times0,406=0,866 \textit{ mtr.}$$

Среднюю скорость находимъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, при чемъ беремъ $n=0,035$, такъ какъ вода на поймахъ имѣетъ самую незначительную скорость

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0,035}+\frac{0,00155}{0,00023}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00023}\right)\frac{0,035}{\sqrt{0,866}}}=27,59;$$

и $v_2=27,59\sqrt{0,866\times0,00023}=27,59\times0,014=0,386$ *mtr.* $=\frac{0,386}{2,134}=0,18$ саж.

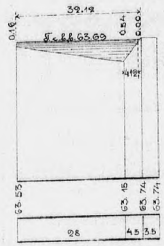
Расходъ по лѣвой поймѣ:

$$Q_2=\Omega_2\times v_2=61,44\times0,18=11,06 \text{ куб. саж.}$$

Правая пойма.

Шир. по урѣзу 32,12 саж.

Живое сѣченіе поймы по оси моста.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_3=\frac{32,12\times0,54}{2}=8,69 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_3=\sqrt{28^2+0,54^2}+\sqrt{4,12^2+0,54^2}+0,16=$$
$$=32,32 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_3=\frac{\Omega_3}{p_3}=\frac{8,69}{32,32}=0,269 \text{ саж.}=2,134\times0,269=0,574 \textit{ mtr.}$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,035$,

$$v_3=c_3\sqrt{R_3 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_3=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_3}}}=\frac{23+\frac{1}{0,035}+\frac{0,00155}{0,00023}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00023}\right)\frac{0,035}{\sqrt{0,574}}}=$$
$$=\frac{58,35}{2,368}=24,64;$$

и $v_3=24,64\sqrt{0,574\times0,00023}=24,64\times0,0115=0,283$ *mtr.* $=\frac{0,283}{2,134}=0,133$ саж.

Расходъ по правой поймѣ:

$$Q_3=\Omega_3\times v_3=8,69\times0,133=1,16 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ, полный расходъ р. Пензы, при наивысшемъ горизонтѣ:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=47,91+11,06+1,16=60,13 \text{ куб. саж.}$$

Перекрываемъ русло 3-мя пролетами 10,00 саж. желѣзныхъ фермъ, на деревянныхъ опорахъ. Береговыя части и сопряженія съ насыпью перекрываются пролетами деревянныхъ 4-хъ сажен. мостовъ утвержденнаго подкоснаго типа.

Длина моста по верху $L=53,88$ саж.

Имѣющаяся площадь живого сѣченія подъ мостомъ, при наивысшемъ уровнѣ воды, т. е. при отмѣткѣ 63,69, за вычетомъ проекцій свай (7%).

$$\omega = \left(\frac{44,44 + 41,26}{2} \times 1,06 + \frac{1,60 \times 0,63}{2} + \frac{0,63 + 0,99}{2} \times 8 + \right.$$
$$+ \frac{0,99 + 1,48}{2} \times 4 + \frac{1,48 + 1,47}{2} \times 4 + \frac{1,47 + 1,55}{2} \times 2 +$$
$$+ \frac{1,55 + 1,07}{2} \times 2 + \frac{1,07 + 1,00}{2} \times 4 + \frac{1,00 + 1,16}{2} \times 2 +$$
$$\left. + \frac{1,16 + 0,72}{2} \times 3,33 + \frac{0,72 \times 1,63}{2}\right) \times 0,93 = 73,38 \text{ кв. саж.}$$

Необходимая площадь рабочаго отверстія будетъ:

$$\frac{60,13}{\mu_0 v_0}; \text{ гдѣ}$$

μ_0—коэффиціентъ сжатія струи, а

v^0—средняя скорость сѣченія.

Опредѣляемъ среднюю скорость сѣченія:

$\frac{60,13}{0,95 \times v_0} = 73,38$, откуда $v_0 = 0,807$, каковой скорости, по *Дюбуа*, соотвѣтствуетъ скорость по дну въ $\frac{0,807}{1,33} = 0,607$ саж. $= 4.25$ фута, что для плотнаго песчано-глинистаго грунта допустимо.

По даннымъ циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 11-го Ноября 1877 года за № 11230, для площади бассейна, найденной по 10-ти верстной картѣ въ 730 кв. верст., необходимая площадь пропускного отверстія—$730 \times 0,045 = 32,85$ кв. саж., что значительно менѣе принятой въ проектѣ.

Главный Инженеръ *А. Юговичъ.*

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Сардаровъ.*

Копія съ копіи.

На чертежѣ моста написано:

На подлинномъ написано:

Схематическій чертежъ моста чрезъ р. Пенза, на 10 верстѣ Пенза-Сердобской линіи, утвержденъ по докладу отъ 27 Ноября 1895 г. за № 2145, и приданное мосту отверстіе признается достаточнымъ, съ тѣмъ, чтобы:

а)—глубина забивки свай опоръ и укрѣпленіе послѣднихъ отъ размывовъ были опредѣлены инспекціею;

б)—передъ опорами были устроены ледорѣзы, если инспекція признаетъ это нужнымъ.

Что же касается вопроса относительно примѣненія пропитанныхъ свай для частей деревянныхъ мостовыхъ опоръ, находящихся въ землѣ или руслѣ, то таковой оставленъ открытымъ и представленъ на разрѣшеніе Инженернаго Совѣта.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Деминъ.

Вѣрно: Дѣлопроизводитель Деминъ.

Съ копіей вѣрно:

Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
желѣзной дороги.

На подлинномъ написано:

Расчетъ сей разсмотрѣнъ и признанъ правильнымъ. Іюля 13 дня 1895 года.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку

КРУТЕЦЪ,

на 41 верстѣ

линіи Пенза-Сердобскъ.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. Е. МЕЙЕРГОФА.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ р. КРУТЕЦЪ,

на 41 верстѣ

линіи Пенза-Сердобскъ.

Для опредѣленія расхода р. Крутецъ имѣются слѣдующія данныя:

1) Площадь бассейна, опредѣленная на мѣстѣ обходомъ . . . . . 52 кв. вер.

2) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ по показанію жителей . . . . . 91,20.

3) Горизонтъ высокихъ водъ 1895 г. . . . . 89,57.

4) Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . 88,30.

5) Наименьшая отмѣтка дна . . . . . 88,24.

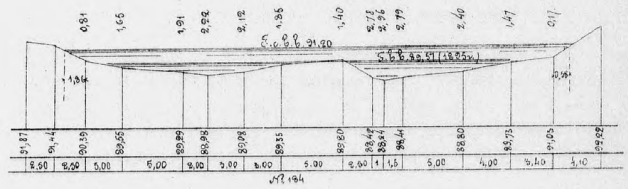
6) Уклонъ весеннихъ водъ 1895 г. . . . . 0,0015.

Наибольшая скорость на поверхности при отмѣткѣ 89,57, опредѣленная поплавками, $v_{max}=1,00$ саж., каковой скорости соотвѣтствуетъ средняя всего сѣченія, по *Вейсбаху:*

$$v_c=0,837\times v_{max}=0,83 \text{ саж.}$$

Живое сѣченіе р. Крутецъ

по оси моста.



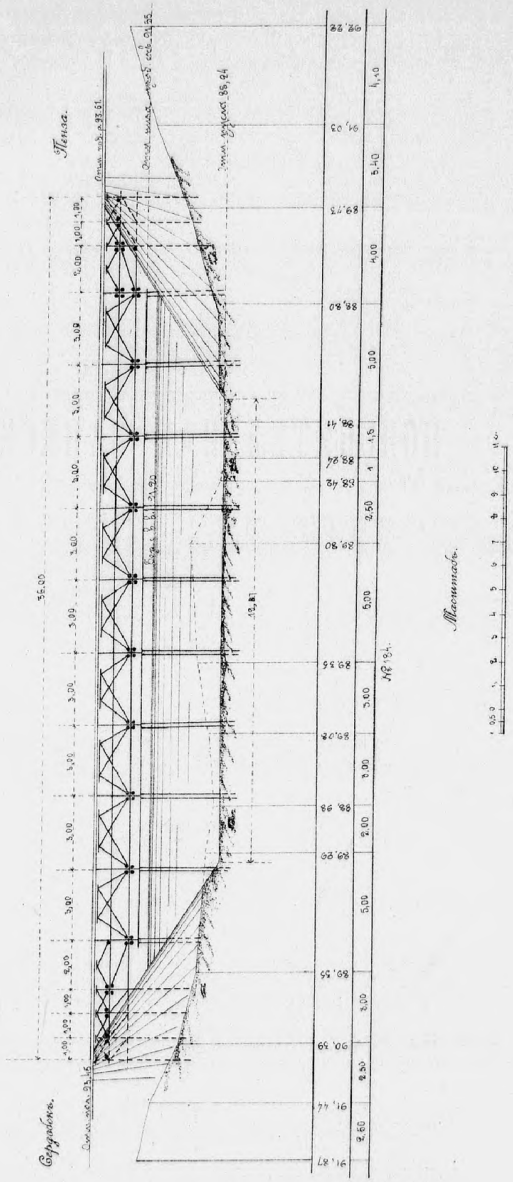
При самомъ высокомъ горизонтѣ 91,20 — имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega=\frac{1,86\times0,81}{2}+\frac{0,81+1,65}{2}\times3+\frac{1,65+1,91}{2}\times5+\frac{1,91+2,22}{2}\times$$
$$\times2+\frac{2,22+2,12}{2}\times3+\frac{2,12+1,85}{2}\times3+\frac{1,85+1,40}{2}\times5+$$
$$+\frac{1,40+2,78}{2}\times2,5+\frac{2,78+2,96}{2}\times1+\frac{2,96+2,79}{2}\times1,5+$$
$$+\frac{2,79+2,40}{2}\times5+\frac{2,40+1,47}{2}\times4+\frac{1,47+0,17}{2}\times3,40+$$
$$+\frac{0,58\times0,17}{2}=74,122 \text{ кв. саж.}$$

Общій видъ моста чрезъ р. Крутецъ,

на 41-ой верстѣ линіи Пенза-Сердобскъ.



Подводный периметръ:

$$p=\sqrt{1,86^2+0,81^2}+\sqrt{3^2+0,84^2}+\sqrt{5^2+0,26^2}+\sqrt{2^2+0,31^2}+$$
$$+3,00+\sqrt{3^2+0,27^2}+\sqrt{5^2+0,45^2}+\sqrt{2,5^2+1,38^2}+$$
$$+\sqrt{1^2+0,18^2}+\sqrt{1,5^2+0,17^2}+\sqrt{5^2+0,39^2}+\sqrt{4^2+0,93^2}+$$
$$+\sqrt{3,4^2+1,30^2}+\sqrt{0,58^2+0,17^2}=41,88 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{p}=\frac{74,122}{41,88}=1,77 \text{ саж.}=2,134\times1,77=3,77 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, полагая $n=0,025$ и $i=0,0015$:

$$v=c\sqrt{Ri};$$

гдѣ:

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,0015}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,0015}\right)\frac{0,025}{\sqrt{3,77}}}=48,81;$$

и $v=48,81\sqrt{3,77\times0,0015}=48,81\times0,0752=3,67 \ mtr.=$
$$\frac{3,67}{2,134}=1,72 \text{ саж.}$$

Въ виду значительной разницы среднихъ скоростей теоретической (1,72) и наблюденной (0,83), хотя бы и при различныхъ горизонтахъ 89,57 и 91,20,—надо признать непригодность въ данномъ случаѣ формулы *Ganguillet* и *Kutter*'а, почему для опредѣленія средней скорости пользуемся формулою *Humphreys*'а и *Abbot*'а (Курсъ мостовъ *Николаи,* стр. 102 и 105, 1883—1884 г.г.):

$$v=5,87\sqrt{R}\sqrt[4]{i}-0,22\sqrt[8]{i} \text{ (въ метрахъ);}$$

или $v=5,87\sqrt{3,75}\sqrt[4]{0,0015}-0,22\sqrt[8]{0,0015}=5,87\times1,936\times$
$\times0,197-0,22\times0,444=2,2387-0,0977=2,141 \ mtr.=$
$=\frac{2,141}{2,134}=1,00$ саж. $=7$ фут.

Принимая найденную по формулѣ *Abbot*'а среднюю скорость въ 1,00 саж. болѣе подходящею къ дѣйствительной, получимъ расходъ рѣки Крутецъ:

$$Q=\Omega\times v=74,12\times1,00=74,12 \text{ куб. саж.}$$

Допустивъ скорость по дну въ 7 фут. или 1,00 саж., при укрѣпленіи русла одиночной мостовой, что соотвѣтствуетъ средней всего сѣченія по *Дюбуа* $1,33\times1,00=1,33$ саж., найдемъ необходимую площадь пропускного отверстія:

$$\omega=\frac{Q}{\mu\times v}=\frac{74,12}{0,9\times1,33}=\infty\ 62 \text{ кв. саж.}$$

гдѣ μ—коэффиціентъ сжатія струи.

Для доставленія исчисленной площади *проектируется деревянный мостъ съ 3-хъ саж. пролетами утвержденнаго типа, длиною по верху L=36,00 саж.*

Площадь пропускного отверстія, по срѣзкѣ грунта до отмѣтки 88,24, при глубинѣ потока подъ мостомъ въ 2,96 саж., за вычетомъ проекцій свай—будетъ:

$$\omega^1=2,96(19,87+1,5\times2,96)-9\times0,25\times2,96=65,30 \text{ кв. саж.}$$

По даннымъ циркуляра Министерства Путей Сообщенія, отъ 11-го Ноября 1877 года за № 11230, для площади бассейна въ 52 кв. вер., необходимая площадь рабочаго отверстія—$0,07\times52=3,64$ кв. саж., что значительно менѣе принятой въ проектѣ.

Подпоръ у сооруженія:

$$h=\frac{v_0^2-v^2}{2g}=\frac{1,26^2-1,00^2}{9,2}=0.06 \text{ саж.;}$$

гдѣ:

$v_0=\frac{74,12}{0,9\times65,30}=1,26$ саж.—средняя скорость подъ мостомъ;

$v=1,00$ саж.—средняя скорость въ нестѣсненномъ сѣченіи;

$g=4,6$ саж.—ускореніе силы тяжести.

Отмѣтка полотна . . . . . 93,45.

Отмѣтка подпорнаго горизонта:

$$91,20+0,06=91,26.$$

Отмѣтка низа схватки:

$$93,45-1,90=91,55.$$

Разстояніе низа схватки отъ подпорнаго горизонта:

$$91,55-91,26=0,29>0,25.$$

По указаніямъ мѣстныхъ жителей на р. Крутцѣ ледохода не бываетъ; но въ виду существованія по близости трехъ прудовъ, изъ которыхъ ледъ можетъ при неблагопріятныхъ условіяхъ подойти къ мосту, слѣдуетъ устроить шесть ледорѣзовъ простой конструкціи.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Составилъ Инженеръ *А. Сардаровъ.*

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

Настоящій расчетъ отверстія моста чрезъ р. Колышлей, на 70 верстѣ, Пенза-Сердобской линіи,— разсмотрѣнъ и признанъ правильнымъ. Сентября 21 дня 1896 года. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку

КОЛЫШЛЕЙ,

на 70 верстѣ

линіи Пенза-Сердобскъ.

На чертежѣ моста написано:

Настоящій схематическій чертежъ моста чрезъ р. Колышлей, на 70 верстѣ Пенза-Сердобской линіи,— утвержденъ. Сентября 21 дня 1896 года.

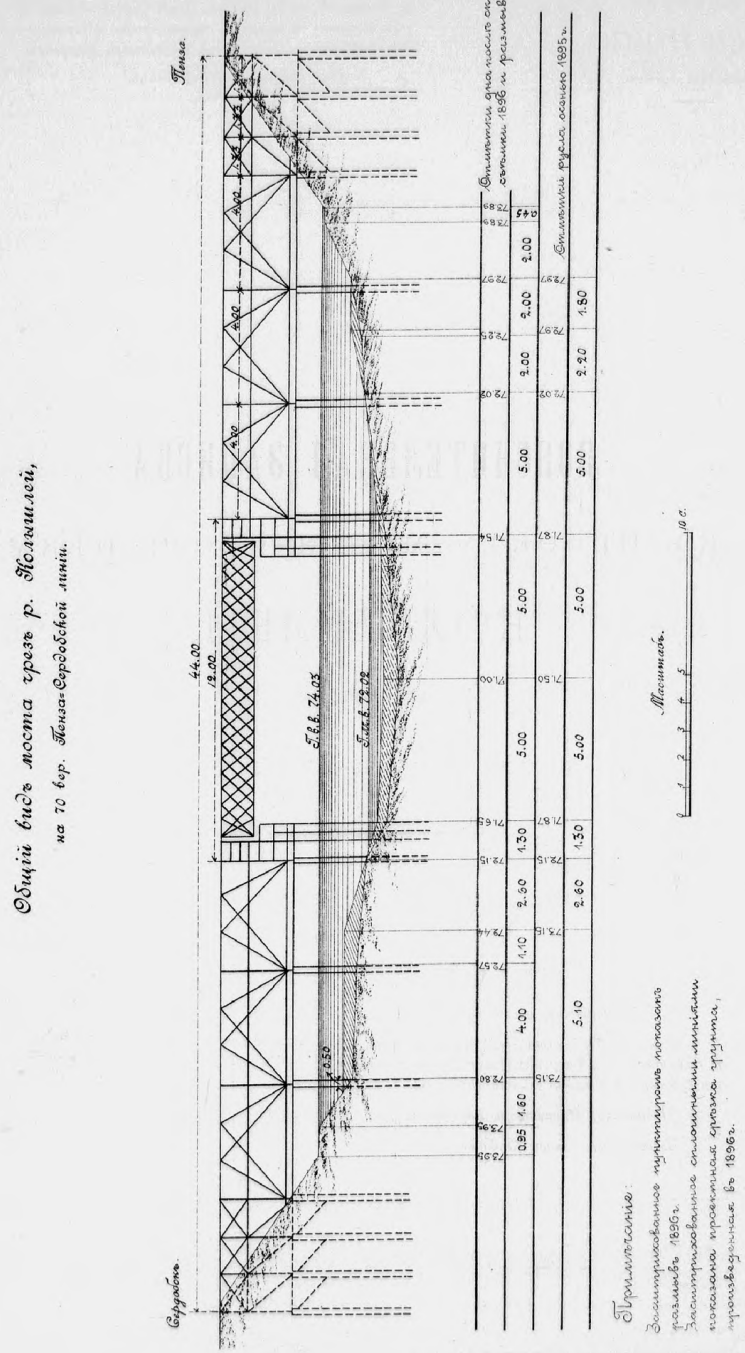
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Примѣчаніе:

Утвержденіе первоначально представленнаго расчета было отложено до прохода весеннихъ водъ 1896 года.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. ФЕОКРИТОВА.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку КОЛЫШЛЕЙ,

на 70 верстѣ

линіи Пенза-Сердобскъ.

Для опредѣленія расхода рѣки Колышлей имѣются слѣдующія данныя для сѣченія по линіи перехода:

1) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ—по показанію мѣстныхъ жителей. . . . . 74,03. *)

2) Горизонтъ высокихъ водъ 1895 г. . . . . 73,79.

3) „ „ „ 1896 г. . . . . 73,89.

4) Уклонъ „ „ 1895 г., опредѣленный нивеллировкой . . . . . $i=0,00037$.

5) Горизонтъ меженнихъ водъ. . . . . 72,02.

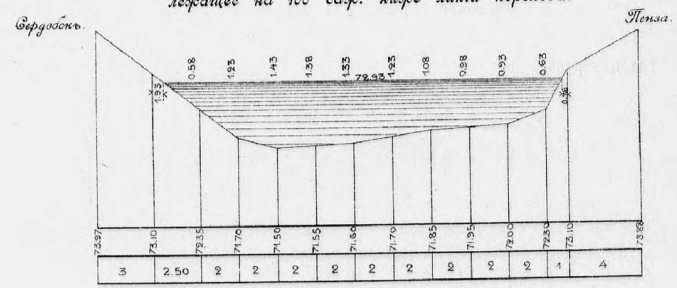
Весною 1896 года—при горизонтѣ 72,93 и уклонѣ $i=0,00039$ въ сѣченіи, лежащемъ на 100 саж. ниже линіи перехода, была опредѣлена поплавками средняя скорость на поверхности въ главномъ руслѣ въ 2,7 фута= =0,386 саж. Этой скорости соотвѣтствуетъ, по *Вейсбаху*, средняя скорость сѣченія $v=0,837\times v_0=0,837\times 0,386=0,323$ саж.

Опредѣлимъ для этого сѣченія—при горизонтѣ 72,93—среднюю скорость сѣченія по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а.

Главное русло.

Живое сѣченіе главнаго русла,

лежащее на 100 саж. ниже линіи перехода.



---

*) Отмѣтки понижены противъ указанныхъ въ первоначальномъ расчетѣ отверстія моста на 0,33 саж. для приведенія къ отмѣткамъ исполнительнаго профиля.

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_0 = {}^1/_2\Big\{1{,}93\times0{,}58+(0{,}58+1{,}23)2+(1{,}23+1{,}43)\times2+(1{,}43+1{,}38)\times2+$$
$$+(1{,}38+1{,}33)\times2+(1{,}33+1{,}23)\times2+(1{,}23+1{,}08)\times2+(1{,}08+0{,}98)\times$$
$$\times2+(0{,}98+0{,}93)\times2+(0{,}93+0{,}63)\times2+(0{,}63\times0{,}79)\Big\}=\frac{42{,}40}{2}=$$
$$=21{,}20 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_0=\sqrt{1{,}93^2+0{,}58^2}+\sqrt{2^2+0{,}65^2}+\sqrt{2^2+0{,}20^2}+\sqrt{2^2+0{,}05^2}+\sqrt{2^2+0{,}05^2}+$$
$$+\sqrt{2^2+0{,}10^2}+\sqrt{2^2+0{,}15^2}+\sqrt{2^2+0{,}10^2}+\sqrt{2^2+0{,}05^2}+\sqrt{2^2+0{,}30^2}+$$
$$+\sqrt{0{,}63^2+0{,}79^2}=21{,}16 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_0=\frac{\Omega_0}{P_0}=\frac{21{,}20}{21{,}16}=1{,}002 \text{ саж.}=2{,}138\ mtr.$$

Средняя скорость сѣченія по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}025$ и $i=0{,}00039$:

$$v=c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}025}+\frac{0{,}00155}{0{,}00039}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00039}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{2{,}138}}}=45{,}838;$$

$$v_0=45{,}838\sqrt{2{,}138\times0{,}00039}=1{,}325\ mtr.=0{,}621 \text{ саж.}$$

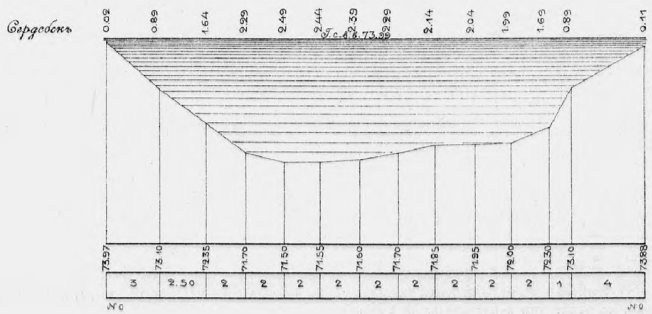
Наблюденная-же средняя скорость сѣченія при тѣхъ-же условіяхъ $v'_0=$ $=0{,}323$.

Отношенія этихъ двухъ скоростей будетъ $\varphi=\frac{v'_0}{v_0}=\frac{0{,}323}{0{,}621}=0{,}52$.

Опредѣлимъ наибольшій расходъ въ этомъ же сѣченіи при наивысшемъ горизонтѣ 73,99 (74,03 для линіи перехода) въ главномъ руслѣ и поймахъ.

Главное русло.

Живое сѣченіе.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1={}^1/_2\Big\{(0{,}02+0{,}89)\times3+(0{,}89+1{,}64)\times2{,}50+(1{,}64+2{,}29)\times2+(2{,}29+$$
$$+2{,}49)\times2+(2{,}49+2{,}44)\times2{,}00+(2{,}44+2{,}39)\times2+(2{,}39+2{,}29)\times2+$$
$$+2{,}29+2{,}14)\times2{,}00+(2{,}14+2{,}04)\times2+(2{,}04+1{,}99)\times2+(1{,}99+$$
$$+1{,}69)\times2{,}00+(1{,}69+0{,}89)\times1+(0{,}89+0{,}11)\times4\Big\}=\frac{94{,}58}{2}=$$
$$=47{,}29 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_1=0{,}02+\sqrt{3^2+0{,}87^2}+\sqrt{2{,}50^2+0{,}75^2}+\sqrt{2^2+0{,}65^2}+\sqrt{2^2+0{,}20^2}+$$
$$+\sqrt{2^2+0{,}05^2}+\sqrt{2{,}00^2+0{,}05^2}+\sqrt{2^2+0{,}10^2}+\sqrt{2^2+0{,}15^2}+$$
$$+\sqrt{2^2+0{,}10^2}+\sqrt{2{,}00^2+0{,}05^2}+\sqrt{2^2+0{,}30^2}+\sqrt{1^2+0{,}80^2}+$$
$$+\sqrt{4^2+0{,}78^2}+0{,}11=29{,}35 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{P_1}=\frac{47{,}29}{29{,}35}=1{,}611 \text{ саж.}=3{,}437\ mtr.$$

Средняя скорость сѣченія по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}025$ и $i=0{,}00037$ *):

$$v_1=c\sqrt{R_1i}, \text{ гдѣ}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}025}+\frac{0{,}00155}{0{,}00037}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00037}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{3{,}437}}}=49{,}15;$$

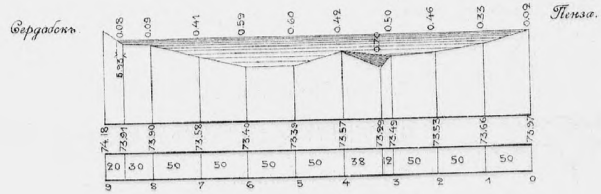
$$v_1=49{,}15\sqrt{3{,}437\times0{,}00037}=1{,}755\ mtr.=0{,}822 \text{ саж.}$$

Расходъ главнаго русла будетъ:

$$Q_1=\Omega_1\times v_1=47{,}29\times0{,}822=38{,}87 \text{ куб. саж.}$$

Сердобская пойма).**

Живое сѣченіе.



*) Принимаемъ уклонъ высокихъ водъ 1895 г. для горизонта 73,79.

**) Заштрихованная часть поймы представляетъ собою ямы, въ коихъ теченія воды не наблюдалось.

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2 = {}^1/_2\Big\{5{,}93\times0{,}08+(0{,}08+0{,}09)\times30+(0{,}09+0{,}41)\times50+(0{,}41+0{,}59)\times$$
$$\times50+(0{,}59+0{,}60)\times50+(0{,}60+0{,}42)\times50+(0{,}42+0{,}50)\times50+$$
$$+(0{,}50+0{,}46)\times50+(0{,}46+0{,}33)\times50+(0{,}33+0{,}02)\times50\Big\}=$$
$$=\frac{342{,}07}{2}=171{,}04 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_2=\sqrt{5{,}93^2+0{,}08^2}+30{,}00+\sqrt{50^2+0{,}32^2}+50{,}00+50{,}00+$$
$$+\sqrt{50{,}00^2+0{,}18^2}+50{,}00+50{,}00+50{,}00+\sqrt{50^2+0{,}31^2}+$$
$$+0{,}02=435{,}96 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{P_2}=\frac{171{,}04}{435{,}96}=0{,}392 \text{ саж.}=0{,}836\ mtr.$$

Средняя скорость сѣченія по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}035$ и $i=0{,}00037$:

$$v_2=c\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}035}+\frac{0{,}00155}{0{,}00037}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00037}\right)\frac{0{,}035}{\sqrt{1{,}836}}}=27{,}306;$$

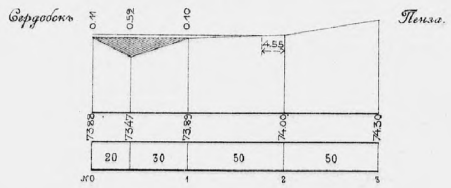
$$v_2=27{,}306\sqrt{0{,}836\times0{,}00037}=0{,}481\ mtr.=0{,}226 \text{ саж.}$$

Расходъ Сердобской поймы:

$$v_2=\Omega_2\times v_2=171{,}04\times0{,}226=38{,}66 \text{ куб. саж.}$$

Пензенская пойма.

Живое сѣченіе.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_3={}^1/_2\{(0{,}11+0{,}10)\times50+0{,}10\times45{,}45\}=\frac{15{,}05}{2}=7{,}53 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_3=95{,}45 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_3=\frac{\Omega_3}{P_3}=\frac{7{,}53}{95{,}45}=0{,}078 \text{ саж.}=0{,}166\ mtr.$$

Средняя скорость сѣченія по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, при $n=0{,}035$ и $i=0{,}00037$:

$$v_3=c\sqrt{R_3 i}, \text{ гдѣ}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_3}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}035}+\frac{0{,}00155}{0{,}00037}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00037}\right)\frac{0{,}035}{\sqrt{0{,}166}}}=16{,}70;$$

$$v_3=16{,}70\sqrt{0{,}166\times0{,}00037}=0{,}131\ mtr.=0{,}062 \text{ саж.}$$

Расходъ Пензенской поймы:

$$Q_3=\Omega_3\times v_3=7{,}53\times0{,}062=0{,}47 \text{ куб. саж.}$$

Полный теоретическій расходъ рѣки будетъ:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=38{,}87+38{,}66+0{,}47=78{,}00 \text{ куб. саж.}$$

Принимая во вниманіе отношенія среднихъ скоростей сѣченія, наблюденной и теоретической ($\varphi=0{,}52$ саж.), найдемъ дѣйствительный максимальный расходъ рѣки:

$$Q'=Q\times\varphi=78{,}00\times0{,}52=40{,}56 \text{ куб. саж.}$$

Принявъ этотъ расходъ за максимальный и допустивъ скорость по дну въ 5', что допускаетъ плотноглинистый грунтъ рѣки, получимъ площадь необходимаго рабочаго отверстія моста.

$\omega=\frac{Q'}{\mu v_0}$, гдѣ μ—коэффиціентъ сжатія струи$=0{,}95$, и v_0—средняя скорость сѣченія отъ скорости по дну въ 5', по *Дюбуа*$=0{,}714\times1{,}33=0{,}95$ кв. саж.

$$v=\frac{40{,}56}{0{,}95\times0{,}95}=44{,}94 \text{ кв. саж.}$$

Подъ мостомъ имѣется, согласно проекта, свободное для прохода воды отверстіе:

$$\omega={}^1/_2[0{,}08\times0{,}12+0{,}08\times2\times0{,}95+(0{,}08+1{,}23)\times1{,}60+(1{,}23+1{,}46)\times$$
$$\times4+(1{,}46+1{,}88)\times3{,}70+(1{,}88+2{,}16)\times1{,}30+(2{,}16+2{,}53)\times5+$$
$$+2{,}53+2{,}16)\times5+(2{,}16+2{,}01)\times5+(2{,}01+1{,}78)\times2+(1{,}78+1{,}06)\times$$
$$\times2+(1{,}06+0{,}14)\times2+0{,}14\times2\times0{,}45+0{,}14\times0{,}21]=\frac{114{,}279}{2}=$$
$$=57{,}14 \text{ кв. саж.}$$

Полагая на площадь, занимаемую сваями 7% всего отверстія:

$$\omega_1=0{,}93\times57{,}14=53{,}14 \text{ кв. саж.},$$

что болѣе требуемаго расчетомъ на 8,20 кв. саж.

Что-же касается размыва русла (площадь около 5,00 кв. саж.), произведеннаго высокими водами текущаго (1896) года, то таковой отнюдь не указываетъ на недостаточность отверстія подъ мостомъ, а объясняется тѣмъ, что проектная срѣзка грунта въ крайнихъ пролетахъ моста не была окончена ко времени прохода весеннихъ водъ, и потому при незначительной глубинѣ воды въ этихъ пролетахъ (0,66 саж.) образовались зажоры льда, направлявшіе всю воду въ три средніе пролета, результатомъ чего и получилось подъ мостомъ чрезмѣрная скорость по дну, а слѣдовательно и размывъ.

По проходѣ высокихъ водъ 1896 года, по причинѣ размыва дна, площадь рабочаго отверстія подъ мостомъ увеличилась противъ проектнаго на:

$\omega'' = [1{,}30 \times 0{,}22 + (0{,}22 + 0{,}50) \times 5 + (0{,}50 + 0{,}33) \times 5 + 0{,}33 \times 5] =$
$= 4{,}84$ кв. саж.

Такимъ образомъ полное рабочее отверстіе для будущихъ высокихъ водъ будетъ:

$\omega''' = \omega_1 + \omega'' = 53{,}14 + 4{,}84 = 57{,}98$ кв. саж., что на $(57{,}98 - 44{,}94) =$
$= 13{,}04$ кв. саж., болѣе требуемаго расчетомъ.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Ендржеевскій.*

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

СООРУЖЕНІЕ
ПЕНЗЕНСКОЙ ЛИНІИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку

ИЗНАИРЪ,

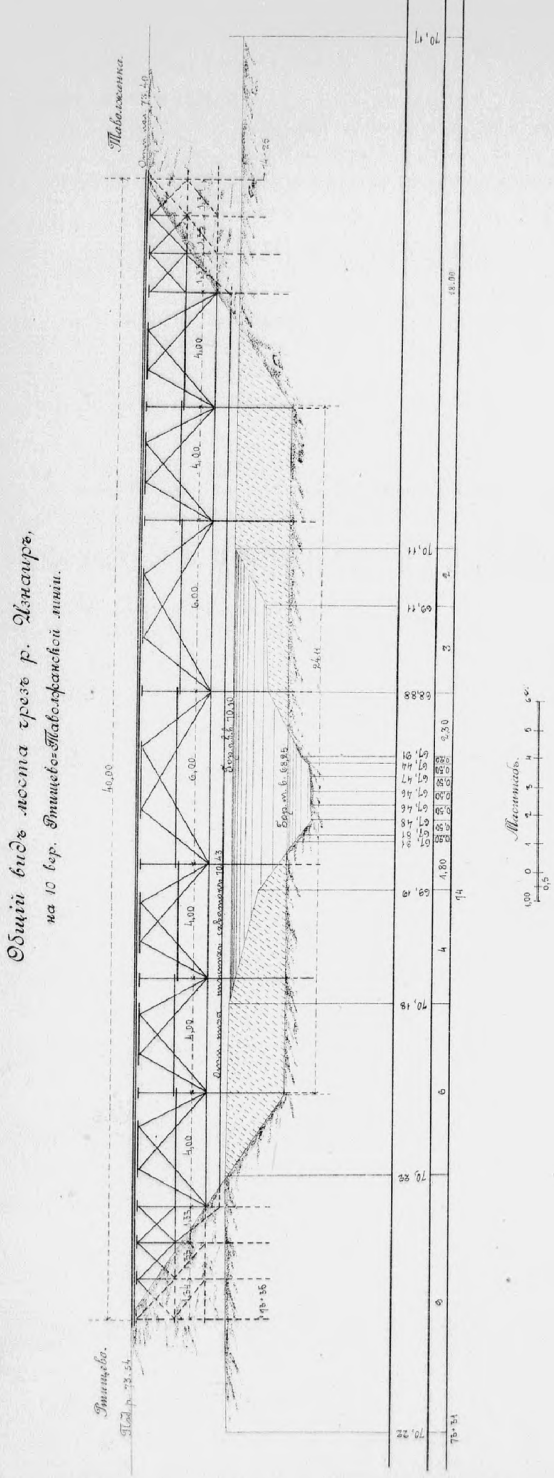
на 10 верстѣ

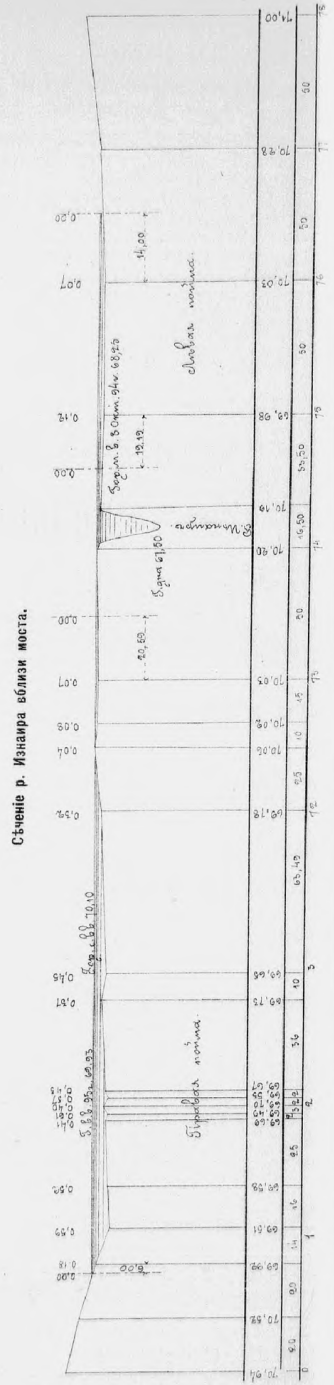
Ртищево-Таволжанской линіи.

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:
Расчетъ сей разсмотрѣнъ и признанъ правильнымъ. Іюля 18 дня 1895 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
На копіи написано:
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.
Съ копіей вѣрно:
Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ Н. Ефимовичъ.
Сѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Саратовъ. Типо-литогр. П. О. Ѳедорчукъ.





ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку **ИЗНАИРЪ**,

на 10 верстѣ

Ртищево-Таволжанской линіи.

Бассейнъ рѣки Изнаира, до пересѣченія ея линіей желѣзной дороги, опредѣленъ по 10-ти верстной картѣ въ 320 кв. вер. Наблюденный 29 Марта 1895 года горизонтъ высокихъ водъ соотвѣтствуетъ отмѣткѣ 69,93. По показаніямъ же мѣстныхъ жителей, самый высокій горизонтъ соотвѣтствуетъ отмѣткѣ 70,10, причемъ по обѣ стороны рѣки образуются небольшія поймы, какъ это видно на прилагаемомъ при семъ профилѣ.

Уклонъ рѣки опредѣленъ нивеллировкою и равенъ въ среднемъ $i = 0{,}0005$, при отмѣткѣ 69,93.

Наибольшая скорость на поверхности при горизонтѣ 69,93, найденная поплавками, равна $v_{max} = 0{,}667$, каковой скорости соотвѣтствуетъ средняя всего сѣченія по *Вейсбаху:*

$$v_c = 0{,}837 \times v_{max} = 0{,}837 \times 0{,}667 = 0{,}56 \text{ саж.} = 3{,}92 \text{ фут.}$$

Горизонтъ меженнихъ водъ—68,25.

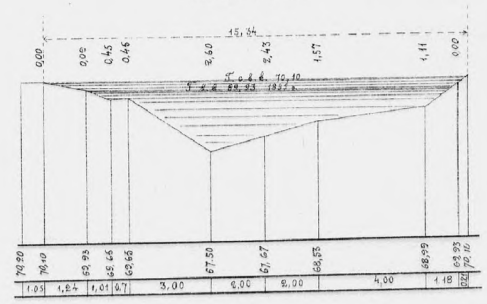
Наименьшая отмѣтка дна рѣки 67,44.

Въ 1895 году вскрытіе рѣки произошло въ Мартѣ при отмѣткѣ 69,83, и ледоходъ продолжался однѣ сутки, причемъ толщина льдинъ доходила до 0,30 саж. и площади 3 кв. саж.

Для опредѣленія расхода снято на мѣстѣ живое сѣченіе вблизи моста.

Главное русло.

Живое сѣченіе главнаго русла вблизи моста.



При горизонтѣ весеннихъ водъ 69,93—1895 г. имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega=\frac{1{,}01\times0{,}28}{2}+\frac{0{,}28+0{,}28}{2}\times0{,}70+\frac{0{,}28+2{,}43}{2}\times3+$$
$$+\frac{2{,}43+2{,}26}{2}\times2+\frac{2{,}26+1{,}40}{2}\times2+\frac{1{,}40+0{,}94}{2}\times4+$$
$$+\frac{0{,}94\times1{,}18}{2}=17{,}99 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P=\sqrt{1{,}01^2+0{,}28^2}+0{,}70+\sqrt{3^2+2{,}15^2}+\sqrt{2^2+0{,}17^2}+$$
$$+\sqrt{2^2+0{,}86^2}+\sqrt{4^2+0{,}46^2}+\sqrt{1{,}18^2+0{,}94^2}=1{,}04+0{,}70+$$
$$+3{,}70+2{,}01+2{,}17+4{,}02+1{,}51=15{,}15 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{p}=\frac{17{,}99}{15{,}15}=1{,}19 \text{ саж.}=1{,}19\times2{,}134 \text{ mtr.}=2{,}5394 \text{ mtr.}$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}025$ и $i=0{,}0005$:

$$v=c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ:}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}025}+\frac{0{,}00155}{0{,}0005}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}0005}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{2{,}5394}}}=46{,}62;$$

$$\text{и } v=46{,}62\sqrt{2{,}5394\times0{,}0005}=46{,}62\times0{,}035=1{,}66 \text{ mtr.}=$$
$$=\frac{1{,}63}{2{,}134} \text{ саж.}=0{,}78 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ формула *Ganguillet* и *Kutter*'а даетъ для главнаго русла нѣсколько преувеличенный расходъ, вслѣдствіе малаго значенія коэффиціента шероховатости n, который—въ данномъ случаѣ можетъ быть увеличенъ до 0,03, такъ какъ русло рѣки покрыто травою. Однако, въ дальнѣйшихъ вычисленіяхъ, для запаса, мы будемъ полагать, для главнаго русла $n=0{,}025$, и для поймы $n=0{,}03$.

Теперь перейдемъ къ опредѣленію наибольшаго расхода, соотвѣтствующаго наивысшему горизонту 70,10.

При наивысшемъ горизонтѣ 70,10, имѣемъ:

Главное русло.

Шир. по урѣзу 15,34 саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=17{,}99+\frac{15{,}34+13{,}89}{2}\times0{,}17=20{,}48 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=15{,}15+\sqrt{1{,}24^2+0{,}17^2}+\sqrt{0{,}21^2+0{,}17^2}=15{,}15+1{,}25+0{,}27=$$
$$=16{,}67 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{p_1}=\frac{20{,}48}{16{,}67}=1{,}23 \text{ саж.}=1{,}23\times2{,}134=2{,}625 \text{ mtr.}$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}025$ и $i=0{,}0005$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}025}+\frac{0{,}00155}{0{,}0005}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}0005}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{2{,}625}}}=47{,}48;$$

$$\text{и } v_1=47{,}48\sqrt{2{,}625\times0{,}0005}=47{,}48\times0{,}0362=1{,}719 \text{ mtr.}=$$
$$=\frac{1{,}719}{2{,}134}=0{,}80 \text{ саж.}$$

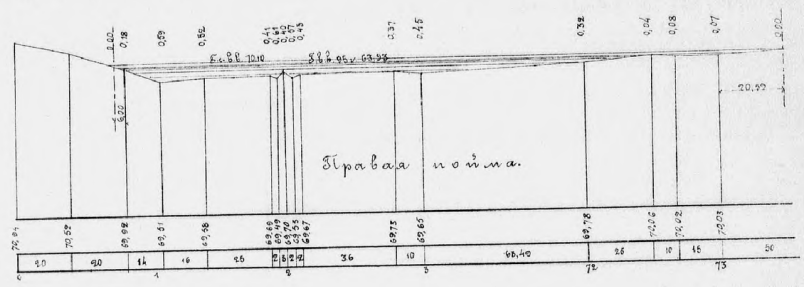
Расходъ въ главномъ руслѣ:

$$Q_1=\Omega_1\times v_1=20{,}48\times0{,}80=16{,}38 \text{ куб. саж.}$$

Правая пойма.

Живое сѣченіе правой поймы.

Шир. по урѣзу 250,09 саж.



Площадь поперечнаго сѣченія:

$$\Omega_2=\frac{6\times0{,}18}{2}+\frac{0{,}18+0{,}59}{2}\times14+\frac{0{,}59+0{,}52}{2}\times16+\frac{0{,}52+0{,}41}{2}\times$$
$$\times25+\frac{0{,}41+0{,}61}{2}\times2+\frac{0{,}61+0{,}40}{2}\times3+\frac{0{,}40+0{,}57}{2}\times$$
$$\times2+\frac{0{,}57+0{,}43}{2}\times2+\frac{0{,}43+0{,}37}{2}\times36+\frac{0{,}37+0{,}45}{2}\times$$
$$\times10+\frac{0{,}45+0{,}32}{2}\times63{,}5+\frac{0{,}32+0{,}04}{2}\times25+\frac{0{,}04+0{,}08}{2}\times$$
$$\times10+\frac{0{,}08+0{,}07}{2}\times15+\frac{0{,}07\times20{,}59}{2}=80{,}832 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=\sqrt{6^2+0{,}18^2}+\sqrt{14^2+0{,}41^2}+\sqrt{16^2+0{,}07^2}+\sqrt{25^2+0{,}11^2}+$$
$$+\sqrt{2^2+0{,}20^2}+\sqrt{3^2+0{,}21^2}+\sqrt{2^2+0{,}17^2}+\sqrt{2^2+0{,}14^2}+$$
$$+\sqrt{36^2+0{,}06^2}+\sqrt{10^2+0{,}08^2}+\sqrt{63{,}5^2+0{,}13^2}+\sqrt{25^2+0{,}28^2}+$$
$$+\sqrt{10^2+0{,}04^2}+\sqrt{15^2+0{,}01^2}+\sqrt{20{,}59^2+0{,}07^2}=250{,}18 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{p_2}=\frac{80,832}{250,18}=0,323 \text{ саж.}=0,323\times2,134=0,689 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, полагая $n=0,03$:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,0005}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,0005}\right)\frac{0,03}{\sqrt{0,689}}}=30,64;$$

и $v_2=30,64\sqrt{0,689\times0,0005}=30,64\times0,0186=0,57 \ mtr.=$

$$=\frac{0,57}{2,134}=0,27 \text{ саж.}$$

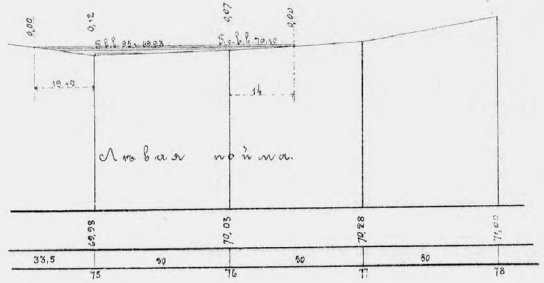
Расходъ по правой поймѣ:

$$Q_2=\Omega_2\times v_2=80,832\times0,27=21,83 \text{ куб. саж.}$$

Лѣвая пойма.

Шир. по урѣзу 83,19 саж.

Живое сѣченіе лѣвой поймы.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_3=\frac{19,19\times0,12}{2}+\frac{0,12+0,07}{2}\times50+\frac{0,07\times14}{2}=6,391 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_3=83,40 \text{ саж.}$$

Средній радіусъ:

$$R_3=\frac{\Omega_3}{p_3}=\frac{6,391}{83,40}=0,077 \text{ саж.}=0,077\times2,134=0,164 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$:

$$v_3=c_3\sqrt{R_3 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_3=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_3}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,0005}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,0005}\right)\frac{0,03}{\sqrt{0,164}}}=20,27;$$

$$v_3=20,27\sqrt{0,164\times0,0005}=20,27\times0,009=0,183 \ mtr.=$$

$$=\frac{0,183}{2,134}=0,086 \text{ саж.}$$

Расходъ по лѣвой поймѣ:

$$Q_3=\Omega_3\times v_3=6,391\times0,086=0,55 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ полный расходъ р. Изнаира при наивысшемъ горизонтѣ 70,10, есть:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=16,38+21,83+0,55=38,76 \text{ куб. саж.}$$

Грунтъ подъ проектируемымъ мостомъ состоитъ изъ плотной глины, почему можетъ быть безопасно допущена скорость по дну въ 5 фут., что соотвѣтствуетъ средней всего сѣченія, по *Дюбуа:*

$$v_c=1,33\times5=6,65 \text{ фут. или } 0,95 \text{ саж.}$$

Принимая во вниманіе коэффиціентъ сжатія струи $\mu=0,90$, получимъ необходимую площадь пропускного отверстія:

$$\omega=\frac{Q}{\mu\times v_c}=\frac{38,76}{0,90\times0,95}=45,33 \text{ кв. саж.}$$

Для доставленія исчисленной площади, проектируется *деревянный мостъ подкосной системы о 5-ти пролетахъ по 4 саж., двухъ пролетахъ по 6-ти саж. и 6-ти по 1,33 саж. каждый*, по утвержденнымъ типамъ.

Длина $L=40$ саж. по верху.

Для приданія руслу правильной формы, предположено сдѣлать срѣзку грунта до горизонта межени, т. е. до отмѣтки 68,25.

Полученная такимъ образомъ площадь отверстія за вычетомъ проекцій свай:

$$\omega'=1,85(24,11+1,5\times1,85)+2,10-6\times1,85\times0,25=49,74+$$
$$+2,10-2,78=49,06 \text{ кв. саж.,}$$

что болѣе требуемой (45,33 кв. саж.).

По даннымъ циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 11-го Ноября 1877 г. за № 11230, для площади бассейна въ 320 кв. верстъ, необходимая площадь пропускного отверстія есть $0,05\times320=16$ кв. саж., что въ три раза менѣе проектной.

Подпоръ у сооруженія найдемъ изъ:

$$\frac{v_0'^2-v_0^2}{2g}=\frac{0,90^2-0,36^2}{9,2}=\infty0,08 \text{ саж.}$$

гдѣ: $v_0'=\frac{38,76}{0,9\times49,06}=0,90$ саж.—средняя скорость въ стѣсненномъ сѣченіи;

$v_0=\frac{38,76}{170,60}=0,36$ саж.—средняя скорость въ нестѣсненномъ сѣченіи;

$g=4,6$ саж.—ускореніе силы тяжести.

Отмѣтка полотна 73,40.

Отмѣтка подпорнаго горизонта высокихъ водъ:

70,10+0,08=70,18.

Отмѣтка низа схватки 70,43.

Разстояніе низа схватки отъ подпорнаго горизонта высокихъ водъ:

70,43—70,18=0,25 саж.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Сардаровъ.*

109

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

СООРУЖЕНІЕ
ПЕНЗЕНСКОЙ ЛИНІИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку

МАЛЫЙ-КИСТЕНДЕЙ,

на 31 верстѣ

Ртищево-Таволжанской линіи.

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

Расчетъ сей разсмотрѣнъ и признанъ правильнымъ. Іюля 18 дня 1895 года.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

На копіи написано:

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ Н. Ефимовичъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. КОЗАРИТОВА.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ р. МАЛЫЙ-КИСТЕНДЕЙ,

на 31 верстѣ

Ртищево-Таволжанской линіи.

I. Данныя по изысканіямъ, произведеннымъ осенью 1894 г. *):

1) Площадь бассейна (по картѣ въ масштабѣ 1 дюйм. = 1 верстѣ). . . . . = 130 кв. вер.

2) Горизонтъ высокихъ водъ у мельничной плотины въ 250 саж. выше линіи перехода, по указаніямъ мѣстныхъ жителей . . . . . 63,55 саж.

3) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ (по тѣмъ же указаніямъ) . . . . . 63,64.

4) Горизонтъ меженнихъ водъ (по нивеллировкѣ 19 Октября 1894 г.) . . . . . 61,29.

5) Уровень дна . . . . . 61,14.

6) Уклонъ меженнихъ водъ на 200 саж. выше и ниже линіи перехода . . . . . $i_0 = 0{,}000694$.

II. Дополнительныя данныя по наблюденіямъ весною 1895 г.:

1) Наивысшій наблюденный горизонтъ высокихъ водъ (1 Апрѣля 1895 г.) . . . . . 62,53.

2) Средняя скорость на поверхности при горизонтѣ 62,53 . . . . . $u = 1{,}11$ саж.

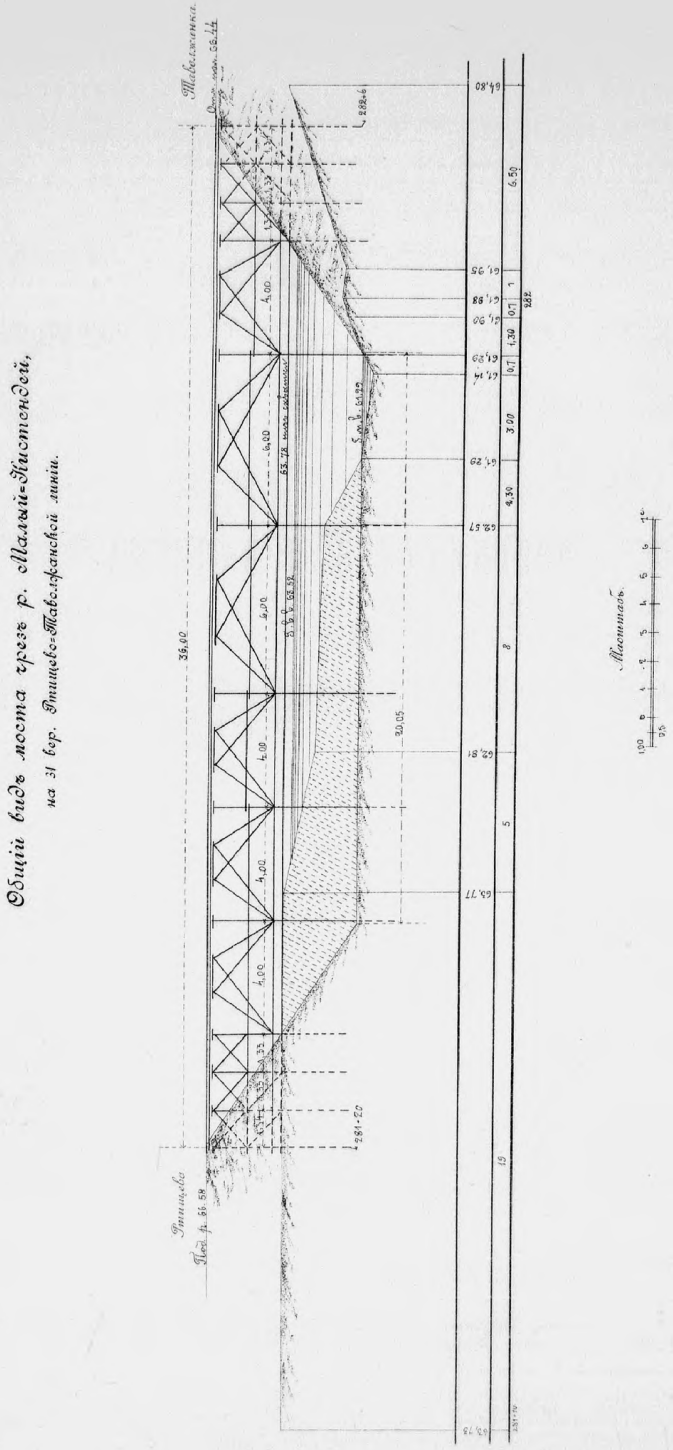
3) Уклонъ при этомъ горизонтѣ. . . . . $i = 0{,}000486$.

Принимая для наивысшаго горизонта весеннихъ водъ отмѣтку $63{,}64 - 250 \times 0{,}000486 = 63{,}52$, мы получимъ отверстіе, вполнѣ обезпечивающее свободный проходъ весеннихъ водъ, такъ какъ въ дѣйствительности горизонтъ ихъ будетъ нѣсколько ниже вслѣдствіе увеличенія уклона, который мы приняли для наивысшаго горизонта (63,64) такимъ же, какъ наблюденный при горизонтѣ 62,53.

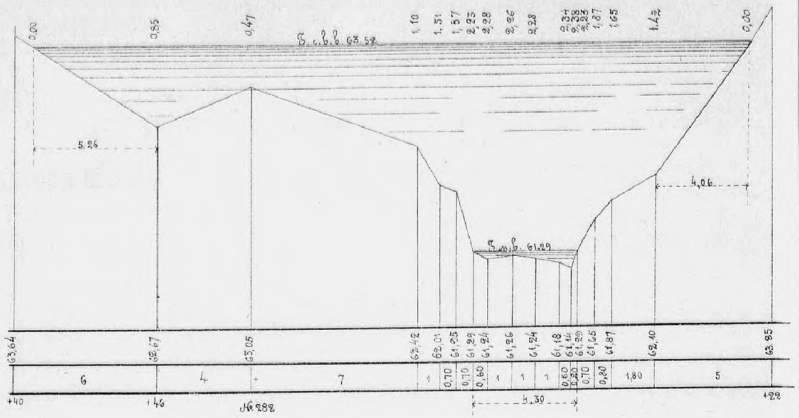
Существованіе въ 250 саж. выше моста плотины не подвергаетъ проектируемое сооруженіе опасности, такъ какъ во первыхъ, горизонтъ ея (при отмѣткѣ 62,72) ниже горизонта высокихъ водъ, и во вторыхъ, плотина устроена изъ навоза, который сносится первыми же весенними водами.

---

*) Расчетъ производится для нормальнаго сѣченія рѣки Малый-Кистендей, лежащаго вблизи линіи перехода.



Итакъ опредѣлимъ расходъ при отмѣткѣ горизонта 63,52 саж.



Площадь живого сѣченія:

$$\Omega = {}^1/_2[(5,26\times0,85)+(0,85+0,47)\,4+(0,47+1,10)\,7+(1,10+$$
$$+1,51)\,1+(1,51+1,57)\,0,7+(1,57+2,23)\,0,7+(2,23+$$
$$+2,28)\,0,6+(2,28+2,26)+(2,26+2,28)+(2,28+2,34)+$$
$$+(2,34+2,38)\,0,5+(2,38+2,23)\,0,2+(2,23+1,87)\,0,7+$$
$$+(1,87+1,65)\,0,8+(1,65+1,42)\,1,8+1,42\times4,06]=$$
$$=32,42 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P=\sqrt{5,26^2+0,85^2}+\sqrt{4^2+0,38^2}+\sqrt{7^2+0,63^2}+\sqrt{1^2+0,41^2}+$$
$$+\sqrt{0,7^2+0,06^2}+\sqrt{0,7^2+0,66^2}+\sqrt{0,6^2+0,05^2}+\sqrt{1^2+0,02^2}+$$
$$+\sqrt{1^2+0,02^2}+\sqrt{1^2+0,06^2}+\sqrt{0,5^2+0,04^2}+\sqrt{0,2^2+0,15^2}+$$
$$+\sqrt{0,7^2+0,36^2}+\sqrt{0,8^2+0,22^2}+\sqrt{1,8^2+0,23^2}+\sqrt{4,06^2+1,42^2}=$$
$$=5,328+4,018+7,028+1,081+0,703+0,962+0,602+1,000+$$
$$+1,000+1,002+0,502+0,250+0,787+0,830+1,815+4,301=$$
$$=31,21 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{P}=\frac{32,42}{31,21}=1,039 \text{ саж.}=2,217\ mtr.$$

Средняя скорость живого сѣченія опредѣлится по формулѣ *Гангиллье* и *Куттера:*

$$v=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{\sqrt{R}+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)n}\times R\sqrt{i}, \text{ гдѣ:}$$

уклонъ $i=0,000486$;

коэффиціентъ для земляного ложа $n=0,025$ и $R=2,217$ *mtr.*

Такимъ образомъ средняя скорость:

$$v=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,000486}}{\sqrt{2,2168}+\left(23+\frac{0,00155}{0,000486}\right)0,025}\times2,2168\sqrt{0,000486}=$$
$$=1,512\ mtr.=0,709 \text{ саж.}$$

Поэтому расходъ весеннихъ водъ при отмѣткѣ горизонта 63,52, будетъ:

$$Q=\Omega\times v=32,42\times0,709=22,986 \text{ куб. саж.}$$

Разсматривая данныя, полученныя изъ наблюденій надъ проходомъ высокихъ водъ весною 1895 года, находимъ, что наблюденной при отмѣткѣ горизонта 62,53 средней скорости на поверхности, $v_s=1,11$ саж., соотвѣтствуетъ по *Вейсбаху* средняя скорость всего сѣченія:

$$v_m=0,837v_s=0,837\times1,11=0,929 \text{ саж.}$$

Вычислимъ эту же скорость по формулѣ *Гангиллье* и *Куттера.*

Для отмѣтки горизонта 62,53 имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=32,42-{}^1/_2[5,26\times0,85+4(0,85+0,47)+(0,47+0,99)\times5,78+$$
$$+2\times0,99\times(1,22+1+0,7+0,7+0,6+1+1+1+0,50+$$
$$+0,20+0,70+0,80+1,80+1,23)+0,99\times2,83]=32,42-$$
$$-22,82=9,60 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_1=31,21-[\sqrt{5,26^2+0,85^2}+\sqrt{4^2+0,38^2}+\sqrt{5,78^2+0,52^2}+$$
$$+\sqrt{2,83^2+0,99^2}]=31,21-18,15=13,06 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{P_1}=\frac{9,60}{13,06}=0,735 \text{ саж.}=1,5682\ mtr.$$

И средняя скорость всего сѣченія:

$$v_{m_1}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,000486}}{\sqrt{1,5682}+\left(23+\frac{0,00155}{0,000486}\right)0,025}\times1,5682\sqrt{0,000486}=$$
$$=1,205\ mtr.=0,565 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ, при отмѣткѣ горизонта 62,53, наблюденная скорость болѣе вычисленной по формулѣ *Гангиллье* и *Куттера*, въ отношеніи

$$\frac{v_m}{v_{m_1}}=\frac{0,929}{0,565}=1,65.$$

Допуская, что и при наивысшемъ горизонтѣ сохранится то же отношеніе между вычисленной скоростью ($v=1,512$ *mtr.* $=0,709$ саж.) и дѣйствительной, получимъ для послѣдней при горизонтѣ, соотвѣтствующемъ отмѣткѣ 63,52 величину:

$$v_0=v\times1,65=1,17 \text{ саж.,}$$

причемъ наибольшій дѣйствительный расходъ будетъ:

$$Q_{max}=22,99\times1,65=37,93 \text{ куб. саж.}$$

Этотъ послѣдній расходъ и принятъ для опредѣленія отверстія моста.

Допуская, ввиду плотнаго глинистаго грунта, образующаго русло, скорость по дну $W=5$ фут. $=1,524$ *mtr.*, найдемъ по *Дюбуа* и *Прони* среднюю скорость всего сѣченія:

$$v_0=0,75\,W-0,40+0,50\sqrt{\left(\frac{W-1,59}{2}\right)^2}+3,15\,W=1,878\ mtr.=$$
$$=0,88 \text{ саж.}$$

Необходимая площадь рабочаго отверстія моста найдется изъ выраженія

$$\omega=\frac{Q}{\mu v_0},$$

гдѣ коэффиціентъ сжатія μ можетъ быть принятъ равнымъ 0,95, ввиду незначительнаго сжатія струи сравнительно съ рѣками, имѣющими большія поймы.

Такимъ образомъ $\omega=\frac{37,93}{0,95\times0,88}=45,37$ кв. саж.

Для полученія необходимой рабочей площади предположено, срѣзавъ грунтъ до отмѣтки 61,29, соотвѣтствующей меженнему горизонту, устроить *деревянный подкосный мостъ изъ круглаго лѣса* утвержденнаго типа, *состоящій изъ 2 пролетовъ по 6 саж., 4 пролетовъ по 4 саж. и 6-ти пролетовъ по 1,33 саж., всего длиною по верху 36 саж.*

Дѣйствительно, при такихъ условіяхъ, имѣемъ площадь отверстія моста за вычетомъ проекцій свай:

$$\omega=20,05\times2,23+\frac{2,23\times2,23\times1,50\times2}{2}+\frac{3,70\times0,15}{2}-2\times0,125\times$$
$$\times2,23\times5=52,44-2,79=49,65 \text{ кв. саж.},$$

что болѣе требуемаго на 4,28 кв. саж., такъ что полученная рабочая площадь отверстія вполнѣ удовлетворяетъ условію свободнаго пропуска весеннихъ водъ.

Подпоръ передъ сооруженіемъ будетъ:

$$h=\frac{v_0^2-v^2}{2g}=\frac{0,77-1,37}{9,2}=0,07 \text{ саж.}$$

Отмѣтка подпорнаго горизонта:

$$63,52+0,07=63,59.$$

Отмѣтка низа продольной схватки:

$$63,59+0,26=63,85.$$

Отмѣтка полотна 66,44.

Возвышеніе полотна надъ низомъ продольной схватки:

$66,44-63,85=2,59$ саж., — требуемое типомъ.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Инженеръ *Ендржеевскій.*

Составилъ Инженеръ А. Кнушевицкій.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

СООРУЖЕНІЕ
ПЕНЗЕНСКОЙ ЛИНІИ.

Къ проекту, утвержденному по докладу Департамента ж. д. отъ 16 Ноября 1895 г. за № 2076.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку АРКАДАКЪ,

на 44 верстѣ

Ртищево-Таволжанской линіи.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. ФЕДОРОВА.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку АРКАДАКЪ,

на 44 верстѣ

Ртищево-Таволжанской линіи.

Наибольшій расходъ р. Аркадака для линіи перехода опредѣляемъ по нормальному сѣченію рѣки, лежащему на 50 саж. ниже линіи перехода.

Наблюденный 5-го Апрѣля 1895 г. горизонтъ высокихъ водъ соотвѣтствуетъ отмѣткѣ . . . . . 54,34.

По показаніямъ же мѣстныхъ жителей, самый высокій горизонтъ соотвѣтствуетъ отмѣткѣ . . . . . 54,45.

Уклонъ рѣки опредѣленъ нивеллировкою и равенъ 0,00001, при горизонтахъ 53,83 и 54,06.

Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . 52,78.

Уклонъ меженнихъ водъ . . . . . 0,000063.

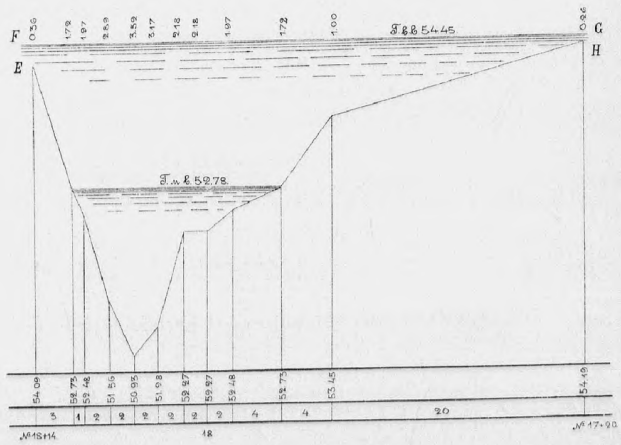
Наименьшая отмѣтка дна. . . . . 50,93.

Скорость въ главномъ руслѣ опредѣлена 12 Апрѣля при горизонтѣ 53,46 и равна . . . . . 0,14 саж.

Скорость для горизонта высокихъ водъ 54,34 не наблюдалась.

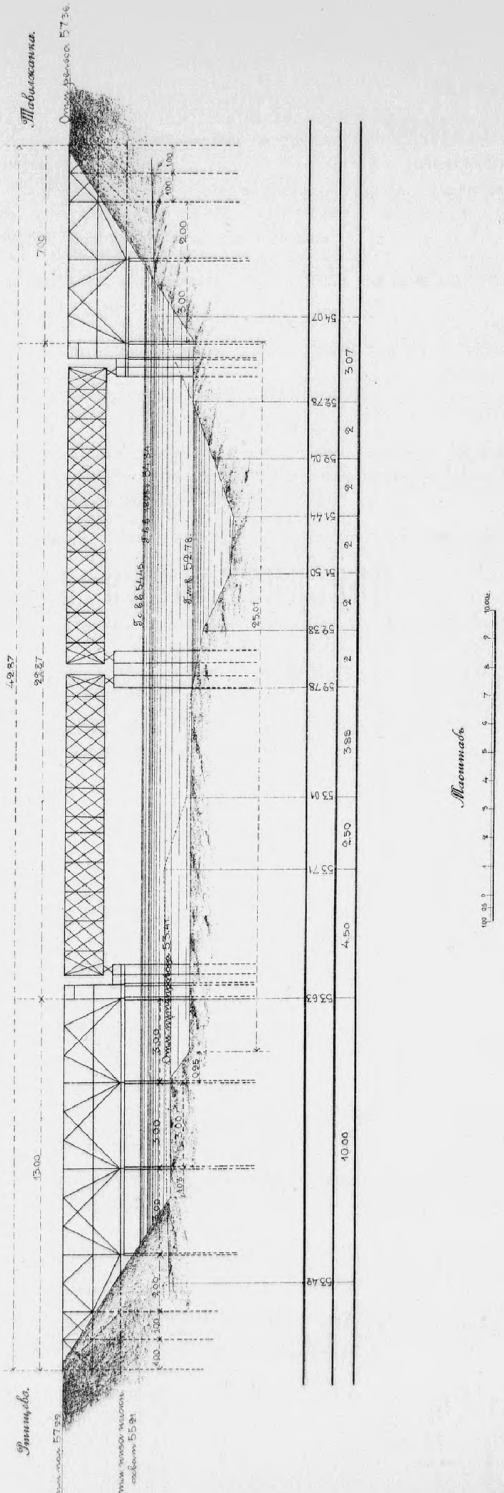
Живое сѣченіе главнаго русла

по оси моста.



Общій видъ моста чрезъ р. Аркадакъ,

на 44 вер. Ртищево-Таволжанской линіи.



При горизонтѣ весеннихъ водъ 53,46, имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\omega = \tfrac{1}{2}\big[1{,}39\times 0{,}73 + (0{,}73+0{,}98)\times 1 + (0{,}98+1{,}9)\times 2 + (1{,}9+2{,}53)\times 2 + (2{,}53+2{,}18)\times 2 + (2{,}18+1{,}19)\times 2 + 2\times 2\times 1{,}19 + (1{,}19+0{,}98)\times 2 + (0{,}98+0{,}73)\times 4 + 0{,}73\times 4\big] = \frac{52{,}37}{2} = 26{,}18 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P = \sqrt{1{,}39^2+0{,}73^2} + \sqrt{2^2+0{,}25^2} + \sqrt{2^2+0{,}92^2} + \sqrt{2^2+0{,}63^2} + \sqrt{2^2+0{,}35^2} + \sqrt{2^2+0{,}99^2} + 2 + \sqrt{2^2+0{,}21^2} + \sqrt{4^2+0{,}25^2} + \sqrt{4^2+0{,}73^2} = 24{,}18 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R = \frac{\omega}{P} = \frac{26{,}18}{24{,}18} = 1{,}082 \text{ саж.} = 2{,}31 \ \textit{mtr.}$$

Средняя скорость сѣченія по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n = 0{,}025$ и $i = 0{,}00001$:

$$v = c\sqrt{Ri};$$

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} = \frac{23 + \frac{1}{0{,}025} + \frac{0{,}00155}{0{,}00001}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}00001}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{2{,}31}}} = 55{,}62;$$

и $v = 55{,}62\sqrt{2{,}31\times 0{,}00001} = 0{,}267 \ \textit{mtr.} = 0{,}125$ саж.

Наблюденная же средняя скорость сѣченія по *Вейсбаху* будетъ:

$$v_1 = 0{,}14\times 0{,}837 = 0{,}117 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ, формула *Ganguillet* и *Kutter*'а даетъ нѣсколько большую скорость, чѣмъ наблюденная, такъ что примѣненіе формулы *Ganguillet* и *Kutter*'а, для опредѣленія расхода при наивысшемъ горизонтѣ, дастъ во всякомъ случаѣ расходъ не меньшій дѣйствительнаго.

При наивысшемъ горизонтѣ 54,45 уклонъ водъ принимаемъ, за неимѣніемъ наблюденій, $i = 0{,}00001$, т. е. тотъ же, что и при горизонтахъ 53,83, 54,06 и 53,46.

При горизонтѣ 54,45 имѣемъ:

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_1 = \tfrac{1}{2}\big[(0{,}36+1{,}72)\times 3 + (1{,}72+1{,}97)\times 1 + (1{,}97+2{,}89)\times 2 + (2{,}89+3{,}52)\times 2 + (3{,}52+3{,}17)\times 2 + (3{,}17+2{,}18)\times 2 + 2{,}18\times 2\times 2 + (2{,}18+1{,}97)\times 2 + (1{,}97+1{,}72)\times 4 + (1{,}72+1)\times 4 + (1+0{,}26)\times 20\big] = \frac{124{,}41}{2} = 62{,}20 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_1 = 0{,}36 + \sqrt{3^2+1{,}36^2} + \sqrt{1^2+0{,}25^2} + \sqrt{2^2+0{,}92^2} + \sqrt{2^2+0{,}63^2} + \sqrt{2^2+0{,}35^2} + \sqrt{2^2+0{,}99^2} + \sqrt{2^2+0{,}21^2} + \sqrt{4^2+0{,}25^2} + 2 + \sqrt{4^2+0{,}72^2} + \sqrt{20^2+0{,}74^2} + 0{,}26 = 45{,}514 = \backsim 45{,}51 \text{ п.с.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_1 = \frac{\omega_1}{P_1} = \frac{62{,}20}{45{,}51} = 1{,}366 \text{ саж.} = 2{,}914 \ \textit{mtr.}$$

Средняя скорость сѣченія по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n = 0{,}025$ и $i = 0{,}00001$:

$$v_1 = c\sqrt{R_1 i};$$

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}} = \frac{23 + \frac{1}{0{,}025} + \frac{0{,}00155}{0{,}00001}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}00001}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{2{,}914}}} = 60{,}55;$$

$$v_1 = 60{,}55\sqrt{2{,}914\times 0{,}00001} = 0{,}326 \ \textit{mtr.} = 0{,}153 \text{ саж.}$$

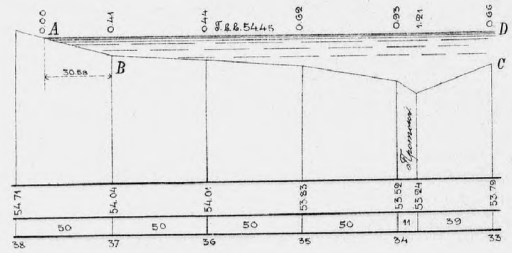
Расходъ въ главномъ руслѣ:

$$Q_1 = \omega_1\times v_1 = 62{,}20\times 0{,}153 = 9{,}52 \text{ куб. саж.}$$

Лѣвая пойма.

ABCD.

Живое сѣченіе.



Площадь живого сѣченія:

$$\omega_2 = \tfrac{1}{2}\big[0{,}41\times 30{,}58 + (0{,}41+0{,}44)\times 50 + (0{,}44+0{,}62)\times 50 + (0{,}62+0{,}93)\times 50 + (0{,}93+1{,}21)\times 11 + (1{,}21+0{,}66)\times 39\big] = \frac{282{,}01}{2} = \backsim 141 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_2 = \sqrt{30{,}58^2+0{,}41^2} + \sqrt{50^2+0{,}03^2} + \sqrt{50^2+0{,}18^2} + \sqrt{50^2+0{,}31^2} + \sqrt{11^2+0{,}28^2} + \sqrt{39^2+0{,}55^2} + 0{,}66 = 231{,}36 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_2 = \frac{\omega_2}{P_2} = \frac{141}{231{,}36} = 0{,}609 \text{ саж.} = 1{,}30 \ \textit{mtr.}$$

Средняя скорость сѣченія по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}030$, $i=0{,}00001$:

$$v_2 = c\sqrt{R_2 \times i};$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}03}+\frac{0{,}00155}{0{,}00001}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00001}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}30}}}=37{,}20;$$

$$v_2=37{,}20\sqrt{1{,}30\times 0{,}00001}=0{,}134 \ mtr.=0{,}063 \text{ саж.}$$

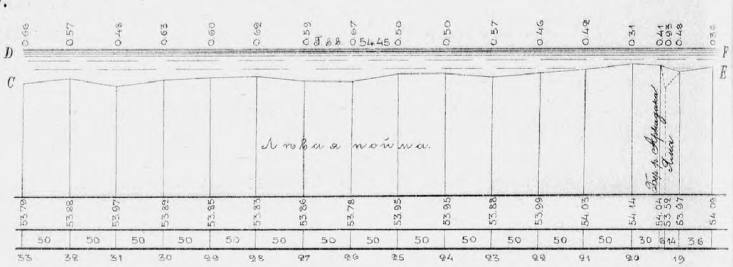
Расходъ въ этой части поймы:

$$Q_2=v_2\times\omega_2=141\times 0{,}063=8{,}88 \text{ куб. саж.}$$

Лѣвая пойма.

DCEF.

Живое сѣченіе.



Площадь живого сѣченія:

$$\omega_3=\tfrac{1}{2}[(0{,}66+0{,}57)\times 50+(0{,}57+0{,}68)\times 50+(0{,}68+0{,}63)\times 50+$$
$$+(0{,}60+0{,}63)\times 50+(0{,}60+0{,}62)\times 50+(0{,}62+0{,}59)\times 50+$$
$$+(0{,}59+0{,}67)\times 50+(0{,}67+0{,}50)\times 50+0{,}50\times 2\times 50+$$
$$+(0{,}50+0{,}57)\times 50+(0{,}57+0{,}46)\times 50+(0{,}46+0{,}42)\times 50+$$
$$+(0{,}42+0{,}31)\times 50+(0{,}31+0{,}48)\times 50+(0{,}48+0{,}36)\times 36]=$$
$$=\frac{799{,}24}{2}=399{,}62 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_3=0{,}66+\sqrt{50^2+0{,}09^2}+\sqrt{50^2+0{,}11^2}+\sqrt{50^2+0{,}05^2}+$$
$$+\sqrt{50^2+0{,}03^2}+\sqrt{50^2+0{,}02^2}+\sqrt{50^2+0{,}03^2}+\sqrt{50^2+0{,}08^2}+$$
$$+\sqrt{50^2+0{,}17^2}+\sqrt{50^2+0{,}07^2}+50+\sqrt{50^2+0{,}11^2}+$$
$$+\sqrt{50^2+0{,}04^2}+\sqrt{50^2+0{,}11^2}+\sqrt{50^2+0{,}17^2}+\sqrt{36^2+0{,}12^2}+$$
$$+0{,}36=737{,}02 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_3=\frac{\omega_3}{P_3}=\frac{399{,}62}{737{,}02}=0{,}542 \text{ саж.}=1{,}156 \ mtr.$$

Средняя скорость сѣченія по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}030$, $i=0{,}00001$:

$$v_3=c\sqrt{R_3\times i};$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_3}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}030}+\frac{0{,}00155}{0{,}00001}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00001}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}156}}}=35{,}42;$$

$$v_3=35{,}42\sqrt{1{,}156\times 0{,}00001}=0{,}121 \ mtr.=0{,}057 \text{ саж.}$$

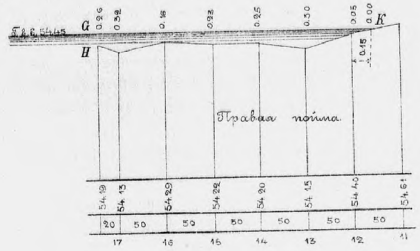
Расходъ этой части поймы:

$$Q_3=v_3\times\omega_3=399{,}62\times 0{,}057=22{,}78 \text{ куб. саж.}$$

Правая пойма.

KGH.

Живое сѣченіе.



Площадь живого сѣченія:

$$\omega_4=\tfrac{1}{2}[(0{,}26+0{,}32)\times 20+(0{,}32+0{,}16)\times 50+(0{,}16+0{,}23)\times 50+$$
$$+(0{,}23+0{,}25)\times 50+(0{,}25+30)\times 50+(0{,}30+0{,}05)\times 50+$$
$$+0{,}05\times 15]=\frac{124{,}85}{2}=62{,}42 \text{ пог. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_4=0{,}26+\sqrt{20^2+0{,}06^2}+\sqrt{50^2+0{,}16^2}+\sqrt{50^2+0{,}07^2}+$$
$$+\sqrt{50^2+0{,}02^2}+\sqrt{50^2+0{,}05^2}+\sqrt{50^2+0{,}25^2}+\sqrt{15^2+0{,}05^2}=$$
$$=285{,}26 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_4=\frac{\omega_4}{P_4}=\frac{62{,}42}{285{,}26}=0{,}218 \text{ саж.}=0{,}465 \ mtr.$$

Средняя скорость сѣченія по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}030$, $i=0{,}00001$:

$$v_4=c\sqrt{R_4\times i};$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_4}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}03}+\frac{0{,}00155}{0{,}00001}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00001}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{0{,}465}}}=23{,}93;$$

$$v_4=23{,}93\sqrt{0{,}465\times 0{,}00001}=0{,}052 \ mtr.=0{,}024 \text{ саж.}$$

Расходъ правой поймы:

$$Q_4=\omega_4\times v_4=62{,}42\times 0{,}024=1{,}50 \text{ куб. саж.}$$

Полный расходъ рѣки Аркадака по линіи перехода при горизонтѣ 54,45 будетъ:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4=9{,}52+8{,}88+22{,}78+1{,}50=42{,}68\backsim$$
$$\backsim 43 \text{ куб. саж.}$$

Необходимая площадь рабочаго отверстія опредѣлится по формулѣ:

$\omega=\dfrac{Q}{\mu v_0}$; гдѣ $\mu=0{,}90$—коэффиціентъ сжатія струи, $v_0=0{,}95$ по *Дюбуа* средняя скорость всего сѣченія, соотвѣтствующая скорости по дну 5 фут., ввиду глинистаго грунта дна рѣки.

$$\omega=\frac{43{,}00}{0{,}90\times 0{,}95}=50{,}29\backsim 50{,}30 \text{ кв. саж.}$$

Перекрываемъ главное русло Аркадака, для пропуска главныхъ массъ воды и льда двумя желѣзными 10-ти саженными фермами на деревянныхъ опорахъ; береговыя части и сопряженія съ насыпью перекрываются пролетами деревяннаго 3-хъ саженнаго моста, утвержденнаго подкоснаго типа.

Подъ однимъ 3-хъ саженнымъ пролетомъ моста устраивается проѣздъ, поэтому грунтъ подъ нимъ снимается до отмѣтки 53,41, а не до горизонта меженнихъ водъ (52,78), какъ это дѣлается подъ остальными пролетами.

Произведя вышеуказанную срѣзку, получимъ, при длинѣ моста по верху 42,87 саж. и отмѣткѣ насыпи 57,22, подъ мостомъ, слѣдующее рабочее отверстіе:

$$\omega = 1{,}67\times 25{,}01+4{,}03\times 1{,}04+\frac{1{,}67\times 1{,}67\times 1{,}50}{2}+$$
$$+\frac{1{,}04\times 1{,}04\times 1{,}50}{2}+0{,}95\left(\frac{1{,}67+1{,}04}{2}\right)+7{,}52-1{,}67\times$$
$$\times(1{,}33+2\times 1{,}30)+2\times 0{,}125\times 2\times 1{,}04=57{,}66-7{,}08=$$
$$=50{,}58 \text{ кв. саж.,}$$

что на 0,28 кв. саж. болѣе требуемаго расчетомъ.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Инженеръ *Ендржеевскій.*

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

*Относительно представленнаго при рапортѣ Инспектора отъ 6-го Сентября 1895 г. за № 2887 расчета отверстія моста чрезъ рѣку Аркадакъ на 44 верстѣ Ртищево-Пензенской *) линіи, по докладу Департамента жел. дорогъ отъ 16 Ноября 1895 г. за № 2076, постановлено: представленный расчетъ отверстія моста чрезъ рѣку Аркадакъ на 44 вер. Ртищево-Пензенской *) линіи и планъ спрямленія русла этой рѣки утвердить, съ тѣмъ, чтобы:*

а) ширина спрямленнаго русла въ предѣлахъ не менѣе 20 саж. выше и ниже моста соотвѣтствовала размѣрамъ русла въ самомъ отверстіи и площадь живого сѣченія въ прокопѣ ниже уровня меженнихъ водъ была не менѣе таковой площади въ мѣстѣ пересѣченія существующаго русла рѣки;

б) согласно съ постановленіемъ Инженернаго Совѣта при устройствѣ частей деревянныхъ опоръ, находящіяся въ землѣ сваи были употреблены дубовыя или металлическія;

в) опредѣленіе глубины забивки свай опоръ, способовъ укрѣпленія ихъ отъ подмывовъ, а равно направленія и длины струенаправляющихъ дамбъ, если бы таковыя потребовались, возложено было на Инспектора.

За Директора Бѣлинскій. За Дѣлопроизводителя Ярковскій.

На копіи написано:

Вѣрно: За Дѣлопроизводителя Ярковскій.

Съ копіей вѣрно:

За Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ: Завѣдывающій Чертежною Я. Гильманъ.

---

*) **Примѣчаніе.** *Пензенская линія примыкаетъ къ Тамбово-Камышинской, вслѣдствіе измѣненія направленія, не къ ст. Инеровка, а къ ст. Таволжанка.*

111

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

СООРУЖЕНІЕ
ПЕНЗЕНСКОЙ ЛИНІИ.

Къ проекту, утвержденному по журналу Инженернаго Совѣта № 154 отъ 8, 15 и 22 Ноября 1895 г.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

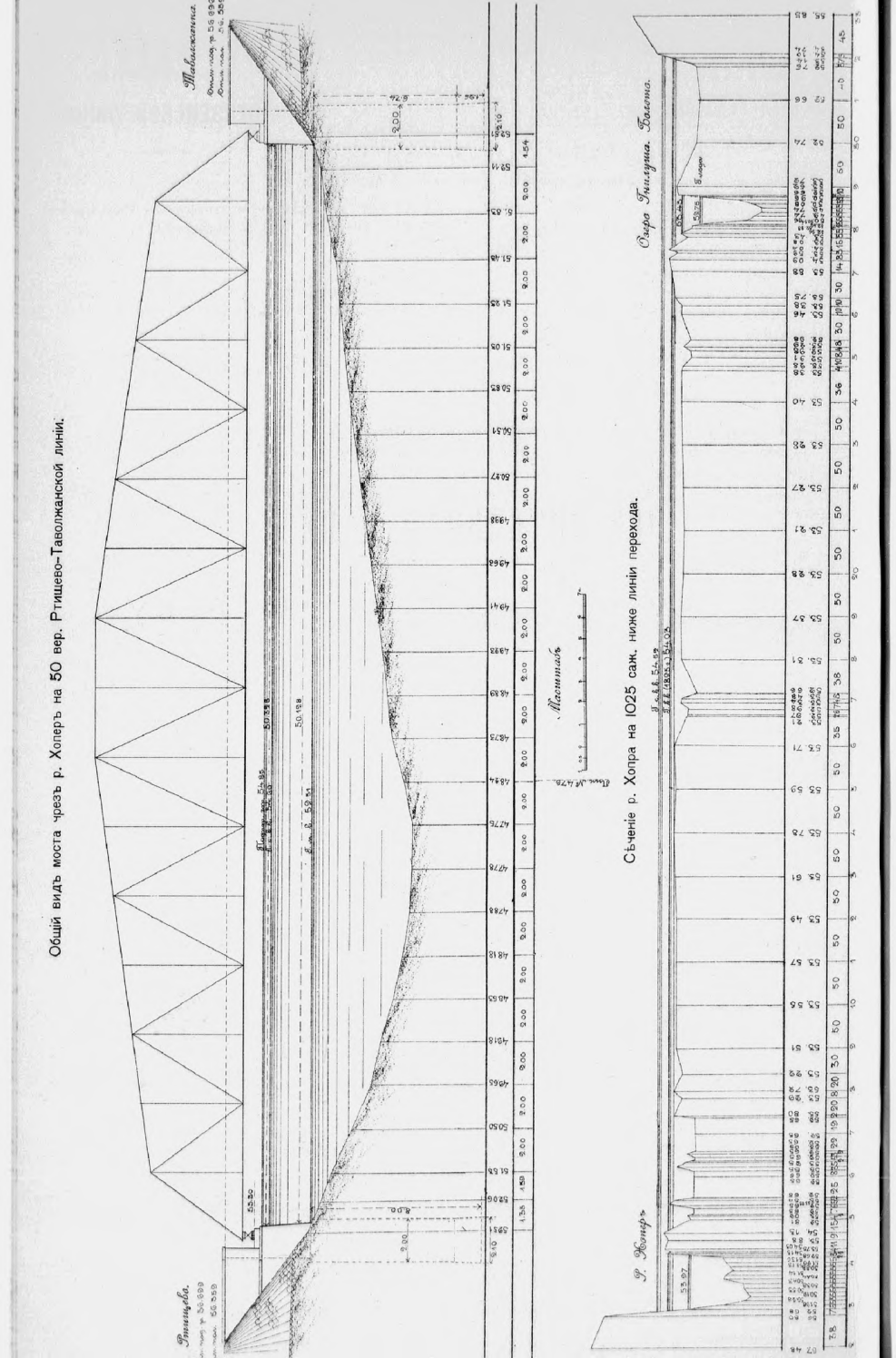
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ХОПЕРЪ.

на 50 верстѣ

Ртищево-Таволжанской линіи.

Саратовъ. Типо-литогр. П. В. Чернышева.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку **ХОПЕРЪ**,

на 50 верстѣ

Ртищево-Таволжанской линіи.

Для опредѣленія расхода рѣки Хопра снято на мѣстѣ нормальное къ поймѣ и руслу живое сѣченіе, лежащее ниже линіи перехода на 1025 саж. по теченію.

Профилемъ линіи перехода, помѣщеннымъ на продольномъ профилѣ, для опредѣленія расхода р. Хопра нельзя воспользоваться, такъ какъ линія перехода не нормальна къ поймѣ и озеру Гнилушѣ. Кромѣ того, здѣсь берега рѣки низкіе и теченіе, при высокихъ горизонтахъ, идетъ вдоль линіи желѣзной дороги. Берега сѣченія, лежащаго на 1025 саж. ниже линіи перехода, не заливаются высокими водами и вся вода р. Хопра проходитъ по этому сѣченію.

Изысканія, произведенныя осенью 1894 года, дали слѣдующіе результаты по линіи перехода:

1) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ, по указаніямъ мѣстныхъ жителей . . . . . 54,60.

2) Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . 52,51.

3) Наименьшая отмѣтка дна рѣки . . . . . 47,82.

По весеннимъ наблюденіямъ 1895 года:

Горизонтъ высокихъ водъ . . . . . 54,11.

Уклонъ высокихъ водъ при горизонтѣ 54,04, на протяженіи 1150 саж. выше и 1025 саж. ниже линіи перехода . . . . . 0,0000754.

Переходимъ къ опредѣленію расхода по сѣченію, лежащему на 1025 саж. ниже оси моста по теченію.

Уклонъ на 2175 саж. выше по теченію до разсматриваемаго сѣченія опредѣленъ двойной нивеллировкой въ 0,0000754.

Принимая данный уклонъ, мы найдемъ, что горизонту самыхъ высокихъ водъ 54,60 по линіи перехода, въ разсматриваемомъ сѣченіи соотвѣтствуетъ горизонтъ 54,52.

Опредѣляемъ наибольшій расходъ р. Хопра при этомъ горизонтѣ.

Наибольшая скорость на поверхности, наблюденная въ главномъ руслѣ при горизонтѣ 53,97, для разсматриваемаго сѣченія $v_0 = 0,63$ саж.

Средняя же скорость сѣченія, по *Вейсбаху*, будетъ:

$$v_0' = v_0 \times 0,837 = 0,63 \times 0,837 = 0,527 \text{ саж.}$$

Главное русло. Опредѣляемъ среднюю скорость сѣченія по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, при горизонтѣ 53,97.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_1 = {}^1/_2\{1,29\times2,19+(1,29+2,69)\times5+(2,69+3,69)\times5+(3,69+3,85)\times5+(3,85+3,64)\times5+(3,64+3,59)\times5+(3,59+3,54)\times5+(3,54+2,53)\times5+(2,53+2,83)\times5+(2,83+3,09)\times5+(3,09+2,84)\times5+(2,84+2,77)\times5+(2,77+2,61)\times5+(2,61+1,29)\times2+1,29\times2,67\}=\frac{384,17}{2}=$$

$=192,09\backsim192,10$ кв. саж.

Подводный периметръ:

$$P_1=\sqrt{1,29^2+2,19^2}+\sqrt{5^2+1,40^2}+\sqrt{5^2+1^2}+5+5+5+5+\sqrt{5^2+1,01^2}+5+5+5+5+5+\sqrt{2^2+1,32^2}+\sqrt{1,29^2+2,67^2}=$$

$=68,31\backsim68,30$ пог. саж.

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_1=\frac{\omega_1}{P_1}=\frac{192,10}{68,30}=2,813 \text{ саж.}=6,00 \text{ } mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,025$, будетъ:

$$v_1=c\sqrt{R_1\times i};$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,0000754}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,0000754}\right)\frac{0,025}{\sqrt{6,00}}}=57,83;$$

$$v_1=57,83\sqrt{6,00\times0,0000754}=1,230 \text{ } mtr.=0,576 \text{ саж.}$$

Отношеніе этихъ среднихъ скоростей сѣченія, наблюденной и вычисленной, будетъ:

$$\varphi=\frac{v_0}{v_1}=\frac{0,527}{0,576}=0,914.$$

Допускаемъ, что это отношеніе среднихъ скоростей будетъ *Const.* для всѣхъ горизонтовъ главнаго русла.

Главное русло. Площадь живого сѣченія:

$$\omega'_1=\omega_1+(0,55\times66,86)+\frac{1,11\times0,55}{2}+0,33\times\left(\frac{0.55+0,39}{2}\right)=$$

$=192,10$ кв. саж. $+36,77+0,30+0,15=229,32\backsim$ $\backsim229,30$ кв. саж.

Подводный периметръ:

$$P'_1=P_1+\sqrt{1,11^2+0,55^2}+\sqrt{0,33^2+0,16^2}+0,39=68,30+1,23+0,37+0,39=70,29\backsim70,30 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R'_1=\frac{\omega'_1}{P'_1}=\frac{229,30}{70,30}=3,262 \text{ саж.}=6,958 \text{ } mtr.\backsim6,96 \text{ } mtr.$$

Средняя скорость сѣченія, по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,025$:

$$v'_1=c\sqrt{R'_1\times i};$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R'_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,0000754}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,0000754}\right)\frac{0,025}{\sqrt{6,96}}}=59,14;$$

$$v'_1=59,14\sqrt{6,96\times0,0000754}=1,353 \text{ } mtr.=0,634 \text{ саж.}$$

Принимая отношеніе дѣйствительной и вычисленной по *Ganguillet* и *Kutter*'у среднихъ скоростей сѣченія $\varphi=0,914$, которое найдено для горизонта 53,97, имѣемъ:

Полный расходъ въ главномъ руслѣ:

$$Q_1=\omega_1'\times v_1'\times\varphi=229,30\times0,634\times0,914=132,88 \text{ куб. саж.}$$

Пойма. Скорость на поверхности поймы измѣрялась вертушками и поплавками; но ни тѣ, ни другіе не указали теченія, почему и отбрасываемъ расходъ поймы.

Озеро Гнилуша. Для разсматриваемаго сѣченія при горизонтѣ 53,43 имѣется наблюденная средняя скорость на поверхности $=0,011$ саж.

Средняя скорость сѣченія, по *Пропи*, слѣдовательно, будетъ:

$$v_2'=0,915\times0,011=0,01 \text{ саж.}$$

Найдемъ скорость для этого же горизонта по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а.

Площадь живого сѣченія:

Предполагаемъ сѣченіе озера отъ дна до горизонта льда (52,75) мертвымъ, такъ какъ воды Гнилуши только во время высокихъ весеннихъ водъ соединяются съ Хопромъ.

$$\omega={}^1/_2[0,35\times5,47+0,35\times5+0,47\times5+(0,47+0,45)\times4+(0,45+0,68)\times1+0,68\times2\times33+1,42\times0,68]=\frac{56,67}{2}=$$

$=28,34\backsim28,40$ кв. саж.

Подводный периметръ:

$$P=\sqrt{5,47^2+0,35^2}+\sqrt{5^2+0,35^2}+\sqrt{5^2+0,47^2}+4+\sqrt{1^2+0,23^2}+33+\sqrt{1,42^2+0,68^2}=55,10 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R=\frac{\omega}{P}=\frac{28,40}{55,10}=0,515 \text{ саж.}=1,098\backsim1,10 \text{ } mtr.$$

Средняя скорость сѣченія, по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,035$ и $i=0,0000754$:

$$v=c\sqrt{R\times i}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,035}+\frac{0,00155}{0,0000754}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,0000754}\right)\frac{0,035}{\sqrt{1,10}}}=$$

$=29,38\backsim29,40;$

$$v=29,40\sqrt{1,10\times0,0000754}=0,029 \text{ } mtr.=0,014 \text{ саж.}$$

Отношеніе этихъ двухъ среднихъ скоростей сѣченія, наблюденной и вычисленной, будетъ:

$$\varphi = \frac{0,010}{0,014} = 0,714.$$

Допускаемъ, что это отношеніе наблюденной и вычисленной скоростей будетъ *Const.* для всѣхъ горизонтовъ озера Гнилуши.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_2 = \omega + 54,89 \times 1,09 + \frac{9,53 \times 1,09}{2} + 0,58 \times \left(\frac{1,09 + 0,90}{2}\right) =$$
$$= 28,40 + 59,83 + 5,20 + 0,58 = 88,81 \text{ кв. саж.} \backsim 89,00 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_2 = P + 0,48 + \sqrt{9,53^2 + 1,09^2} + \sqrt{0,58^2 + 0,19^2} + 0,90 = 55,10 +$$
$$+ 9,59 + 0,48 + 0,61 + 0,90 = 66,68 \backsim 66,70 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_2 = \frac{\omega_2}{P_2} = \frac{89,00}{66,70} = 1,334 \text{ саж.} = 2,845 \backsim 2,85 \ mtr.$$

Средняя скорость сѣченія, по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n = 0,035$:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}} = \frac{23 + \frac{1}{0,035} + \frac{0,00155}{0,0000754}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{0,0000754}\right)\frac{0,035}{\sqrt{2,85}}} = 37,90;$$

$$v_2 = 37,90\sqrt{2,85 \times 0,0000754} = 0,555 \ mtr. = 0,260 \text{ саж.}$$

Отношеніе же (наблюденной) дѣйствительной и вычисленной среднихъ скоростей должно быть 0,714.

Расходъ будетъ:

$$Q_2 = \omega_2 \times v_2 \times \varphi = 89,00 \times 0,260 \times 0,714 = 16,52 \text{ куб. саж.}$$

Болото лѣваго берега озера Гнилуши.

Въ этой части поймы, поросшей частымъ кустарникомъ и крупными деревьями, наблюденія вертушками и поплавками совершенно не обнаружили теченія, почему и отбрасываемъ расходъ болота.

Полный расходъ р. Хопра для разсматриваемаго сѣченія, считая, что пойма не обладаетъ теченіемъ:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 132,88 + 16,52 = 149,40 \text{ куб. саж.} \backsim 150 \text{ куб. саж.}$$

Для моста чрезъ рѣку Хоперъ на Тамбово-Камышинской линіи максимальный расходъ опредѣленъ въ 89 кубовъ (см. дополнительную записку къ проекту моста чрезъ рѣку Хоперъ на Тамбово-Камышинской линіи, составленную участковымъ инспекторомъ Инженеромъ Добржіаловскимъ и Инженеромъ Соболевскимъ); мы же принимаемъ расходъ въ 150,00 куб. саж., что для разсматриваемаго сѣченія должно быть совершенно достаточнымъ, такъ какъ это послѣднее лежитъ на 50 верстъ выше линіи перехода Тамбово-Камышинской линіи и бассейнъ его на 2500 кв. верстъ менѣе.

Ввиду того, что грунтъ рѣки Хопра состоитъ изъ крупнаго песка съ примѣсью гравія, допускаемъ скорость по дну = 4,00 футъ. Эта скорость дастъ среднюю скорость, по *Дюбуа*, $v = 0,571 \times 1,33 = 0,759$ саж. Необходимое рабочее отверстіе подъ мостомъ, для пропуска 150,00 куб. саж., будетъ:

$$\omega = \frac{Q}{\mu \cdot v} = \frac{150,00}{0,95 \times 0,759} = 208,04 \text{ кв. саж.};$$

$\mu = 0,95$ — коэффиціентъ сжатія струи.

Перекрываемъ рѣку 50 саж. желѣзной фермой.

Площадь отверстія ниже горизонта меженнихъ водъ (52,51) подъ мостомъ будетъ:

$$\omega = \tfrac{1}{2}[1,35 \times 0,45 + (0,45 + 0,98) \times 1,59 + (0,98 + 2,01) \times 2 + (2,01 +$$
$$+ 2,86) \times 2 + (2,86 + 3,33) \times 2 + (3,33 + 3,85) \times 2 + (3,85 +$$
$$+ 4,33) \times 2 + (4,33 + 4,63) \times 2 + (4,63 + 4,73) \times 2 + (4,73 +$$
$$+ 4,76) \times 2 + (4,76 + 4,27) \times 2 + (4,27 + 3,78) \times 2 + (3,78 +$$
$$+ 3,62) \times 2 + (3,62 + 3,28) \times 2 + (3,28 + 3,10) \times 2 + (3,10 +$$
$$+ 2,83) \times 2 + (2,83 + 2,53) \times 2 + (2,53 + 2,24) \times 2 + (2,24 +$$
$$+ 2,00) \times 2 + (2,00 + 1,68) \times 2 + (1,68 + 1,48) \times 2 + (1,48 +$$
$$+ 1,28) \times 2 + (1,28 + 1,08) \times 2 + (1,08 + 0,68) \times 2 + (0,68 +$$
$$+ 0,40) \times 2 + 0,40 \times 1,54] = 131,93 \backsim 131,90 \text{ кв. саж.}$$

Площадь отверстія выше горизонта меженнихъ водъ:

$$2,09 \times 50,22 = 104,96 \backsim 105,00 \text{ кв. саж.}$$

Полное отверстіе подъ мостомъ:

$$131,90 + 105,00 = 236,90 \text{ кв. саж.},$$

что на 28,86 кв. саж. болѣе требуемаго расчетомъ.

Если и не вводить коэффиціента отношенія скоростей вычисленной и наблюденной, а принять наибольшую теоретическую, то необходимая площадь опредѣлится:

$$W = \frac{168,52}{0,95 \times 0,759} = 234,06 \text{ кв. саж.},$$

что < фактически придаваемой.

Опредѣленіе глубины заложенія устоевъ.

Необходимую глубину заложенія находимъ по формулѣ *Паукера:*

$$h = h' tg^4\left(45^0 - \frac{\varphi^0}{2}\right), \text{ гдѣ:}$$

$\varphi = 30^0$ — уголъ естественнаго откоса земли;

h' — высота песчанаго столба, замѣняющаго собою сооруженіе.

При предполагаемой глубинѣ заложенія въ 8,00 саж., отъ горизонта меженнихъ водъ, имѣемъ:

1) Вѣсъ подвижной нагрузки:

$360{,}58 \times 81 = 29206{,}98$ . . . . . $\backsim$ 29207 пуд.

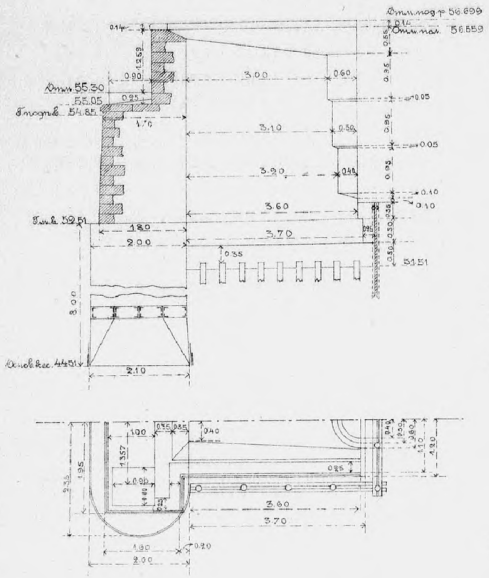
2) Вѣсъ фермы . . . . . 37409 „

3) Вѣсъ проѣзжей части:

$360{,}58 \times 10 = 3605{,}80$ . . . . . $\backsim$ 3606 „

Итого полное давленіе на два устоя. . 70222 пуд.

На одинъ устой давленіе отъ фермы составитъ половину предыдущаго—35111 пуд.



4) Вѣсъ устоя:

$$1300\left(\frac{9{,}14+8{,}52}{2} \times 1{,}26 + 8{,}52 \times 6{,}74 + \frac{1{,}60+1{,}50}{2} \times 2{,}54 \times 4 + 1{,}51 \times 4 \times 0{,}50\right) = 1300(11{,}13 + 57{,}43 + 15{,}75 + 3{,}02) = 1300 \times 87{,}33 = 113529 \text{ пуд.}$$

5) Вѣсъ вытѣсненной устоемъ воды отъ горизонта меженнихъ водъ (52,51) до основанія:

$$593 \times \left(\frac{9{,}14+8{,}52}{2} \times 1{,}26 + 8{,}52 \times 6{,}74\right) = 593\,(11{,}13 + 57{,}43) = 593 \times 68{,}56 = 40656{,}08 \backsim 40656 \text{ пуд.}$$

Полный вѣсъ устоя за вычетомъ вѣса вытѣсненной имъ воды:

$$113529 - 40656 = 72873 \text{ пуд.}$$

Полное давленіе на основаніе составится изъ вѣса устоя и давленія на опору:

$$72873 + 35111 = 107984 \text{ пуд.}$$

Высота h' песчанаго столба, эквивалентнаго вѣсу устоя съ пролетной частью и временной нагрузкой:

$$h' = \frac{107984}{9{,}14 \times 1000} = 11{,}82 \text{ саж.,}$$

гдѣ: 9,14—площадь основанія кессона въ кв. саж.; 1000—вѣсъ кубической сажени песку въ пудахъ.

Далѣе при $\varphi = 30^0$, имѣемъ:

$$tg^4\left(45^0 - \frac{\varphi^0}{2}\right) = tg^4(30^0) = 0{,}11.$$

Слѣдовательно, расчетная глубина заложенія устоя будетъ:

$$h = 11{,}82 \times 0{,}11 = 1{,}30 \text{ саж.}$$

При наибольшей глубинѣ дна въ 4,69 саж. отъ горизонта меженнихъ водъ, необходимая глубина заложенія отъ того же горизонта будетъ:

$$1{,}30 + 4{,}69 = 5{,}99.$$

Мы же закладываемъ основаніе на глубину 8,00 саж. отъ горизонта меженнихъ водъ, что слѣдуетъ считать достаточнымъ, такъ какъ коэффиціентъ устойчивости устоя будетъ:

$$m_1 = \frac{8{,}00 - 4{,}69}{1{,}30} = 2{,}54.$$

Опредѣленіе давленія устоя на каменную кладку и грунтъ.

Давленіе на кладку въ плоскости AB (плоскости горизонта меженнихъ водъ) составится изъ:

1) Вѣса устоя до плоскости AB:

$1300(15{,}75 + 3{,}02) = 1300 \times 18{,}77$ . . . . $= 24401$ пуд.

2) Давленія на устой отъ верхняго строенія и подвижной нагрузки . . . . . $= 35111$ „

Всего . . . 59512 пуд.

Давленіе это передается на площадь $1{,}60 \times 4 \times 84^2 = 45158{,}4 \backsim 45158$ кв. дюйм., съ силою $\frac{59512}{45158} = 1{,}32$ пуд. на кв. дюйм. $< 3{,}00$ пуд., такъ что прокладного ряда не требуется. Давленіе на грунтъ равно, какъ было выведено выше, 107984 пуд.; давленіе это передается на площадь $9{,}14 \times 84^2 = 64491{,}84 \backsim 64492$ кв. дюйм. съ силою $\frac{107984}{64492} = 1{,}67$ пуд. на кв. дюймъ.

Опредѣленіе глубины заложенія основанія подъ заднюю стѣнку устоя.

Основаніе задней стѣнки устоя закладываемъ на 1,00 саж. ниже горизонта меженнихъ водъ.

Вѣсъ кладки, сопрягающей устой съ берегомъ:

$$P = 1300(2{,}20 \times 4{,}05 \times 3{,}70 + 2{,}40 \times 3{,}70 \times 0{,}50 + 2{,}40 \times 3{,}95 \times 0{,}50 = (32{,}98 + 4{,}44 + 4{,}74) \times 1300 = 42{,}16 \times 1300 = 54808 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ паровоза, стоящаго надъ устоемъ 3050 пуд.

Слѣдовательно, все давленіе на основаніе:

$$54808+3050=57858 \text{ пуд.}$$

Наименьшая глубина заложенія, обезпечивающая сооруженіе отъ выпиранія грунта, по *Паукеру:*

$$h=h'tg^4\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right);\ \text{при}\ \varphi=30^0:$$

$$tg^4\left(45^0-\frac{30^0}{2}\right)=tg^4(30)=0{,}11.$$

Высота h' песчанаго столба, эквивалентнаго вѣсу задней стѣнки, будетъ:

$$h'=\frac{57858}{9{,}48\times1000}=6{,}10 \text{ саж.},$$

гдѣ: 9,48 — площадь основанія задней стѣнки;

1000 — вѣсъ кубической сажени песку въ пуд.

Наименьшая глубина заложенія $h=h'tg^4(30^0)=6{,}10\times0{,}11=$ $=0{,}67$ сажени, считая отъ поверхности земли.

Принята же глубина заложенія отъ поверхности земли 2,55 сажени.

Коэффиціентъ устойчивости:

$$m=\frac{2{,}55}{0{,}67}=3{,}80.$$

Подъ заднюю стѣнку забито 54 сваи; давленіе на сваю будетъ:

$$\frac{57858}{54}=1071{,}44 \text{ пуд.} \backsim 1072 \text{ пуд.}$$

Главный Инженеръ *А. Юговичъ.*

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Инженеръ *Ендржеевскій.*

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

По журналу Инженернаго Совѣта за № 154—1895 г. постановлено:

*I. Не касаясь вопроса о направленіи перехода рѣки Хопра Рѣпищево-Пинеровской *) линіею, одобрить предположенное въ представленномъ при донесеніи Инспекторомъ по постройкѣ отъ 17 Октября 1895 г., за № 2931, проектѣ отверстіе моста чрезъ р. Хоперъ въ 50,128 саж., съ однимъ пролетомъ, а также показанное на проектѣ устройство устоевъ моста, съ тѣмъ, чтобы:*

1)—глубина и способъ заложенія основаній устоевъ моста были окончательно опредѣлены Инспекторомъ, по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ по сооруженію Пинеровской линіи, въ зависимости отъ ближайшаго выясненія свойствъ грунта;

2)—Инспекторомъ по сооруженію, по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ постройки, былъ рѣшенъ, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, вопросъ объ устройствѣ у сего моста струенаправляющихъ дамбъ, а также о ихъ направленіи, размѣрахъ и способѣ укрѣпленія.

II. Обратить вниманіе Правленія Общества Рязанско-Уральской ж. дороги на возможность уменьшенія количества каменной кладки устоевъ, съ принятіемъ одиночнаго уклона конусовъ и уменьшеніемъ длины заднихъ стѣнокъ устоевъ, а также на возможность экономіи въ количествѣ желѣза кессоновъ съ переходомъ къ прямоугольному очертанію кессоновъ въ планѣ безъ закругленій.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Деминъ.

На копіи написано:

Вѣрно: Дѣлопроизводитель Деминъ.

Съ копіей вѣрно:

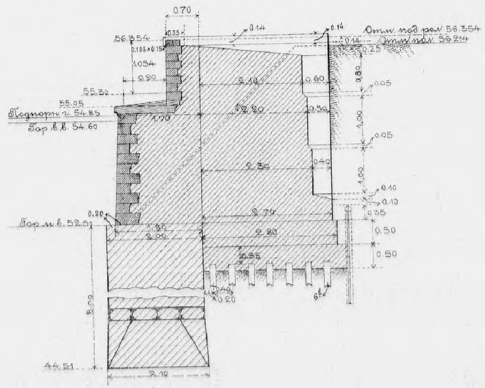
Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ Н. Ефимовичъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

*) **Примѣчаніе.** *Пензенская линія примыкаетъ къ Тамбово-Камышинской линіи, вслѣдствіе измѣненія направленія, не къ ст. Пинеровка, а къ ст. Таволжанка.*

Примѣчаніе.

Вслѣдствіе измѣненія отмѣтки полотна и подошвы рельса въ согласіи съ размѣрами утвержденнаго новаго проекта 50 саж. фермы, Инженера Е. И. Ададурова, а также вслѣдствіе принятія одиночнаго уклона конусовъ, устой моста измѣнены слѣдующимъ образомъ:



ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:
Къ утвержденному проекту моста чрезъ рѣку ***Ранову.***
Іюня 22 дня 1896 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

112

Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку РАНОВУ.

на 36 верстѣ

Раненбургъ-Павелецкой линіи.

На подлинномъ написано:
Къ докладу Департамента жел. дорогъ отъ 20 Мая 1896 года, № 907.
Подписалъ: За Директора Бѣлинскій.
Скрѣпилъ: За Дѣлопроизводителя Чернявскій.
Вѣрно: Помощ. Дѣлопроизводителя Яковлевъ.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. ФЮКРИТОВА.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ рѣку РАНОВУ,

на 36 верстѣ

Раненбургъ-Павелецкой линіи.

Бассейнъ рѣки Рановы, опредѣленный по десятиверстной картѣ, составляетъ . . . . . 285 кв. вер.

Изысканія осенью 1895 г. дали слѣдующіе результаты:

Наивысшій горизонтъ высокихъ водъ по линіи перехода. . . . . 57,68.

Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . 56,70.

Уклонъ высокихъ водъ . . . . . 0,00037.

Наименьшая отмѣтка дна по линіи перехода . . . . . 56,27.

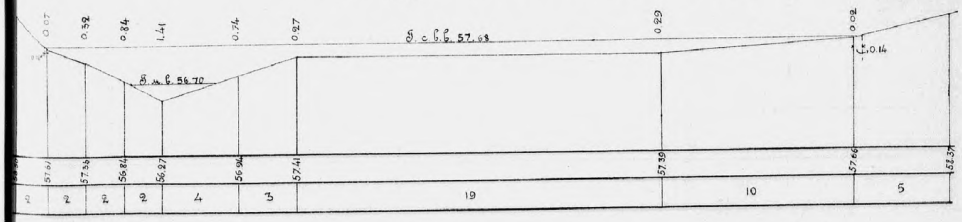
На 100 саж. выше линіи перехода имѣется плотина мельницы Кропоткина.

Плотина эта состоитъ изъ каменной отсыпи и имѣетъ два моста отверстіемъ въ 6 и 3 саж. и шлюзъ въ 2,50 саж.

Горизонтъ высокихъ водъ выше плотины 58,58. Плотина эта за время существованія ни разу не размывалась.

Опредѣляемъ расходъ по линіи перехода.

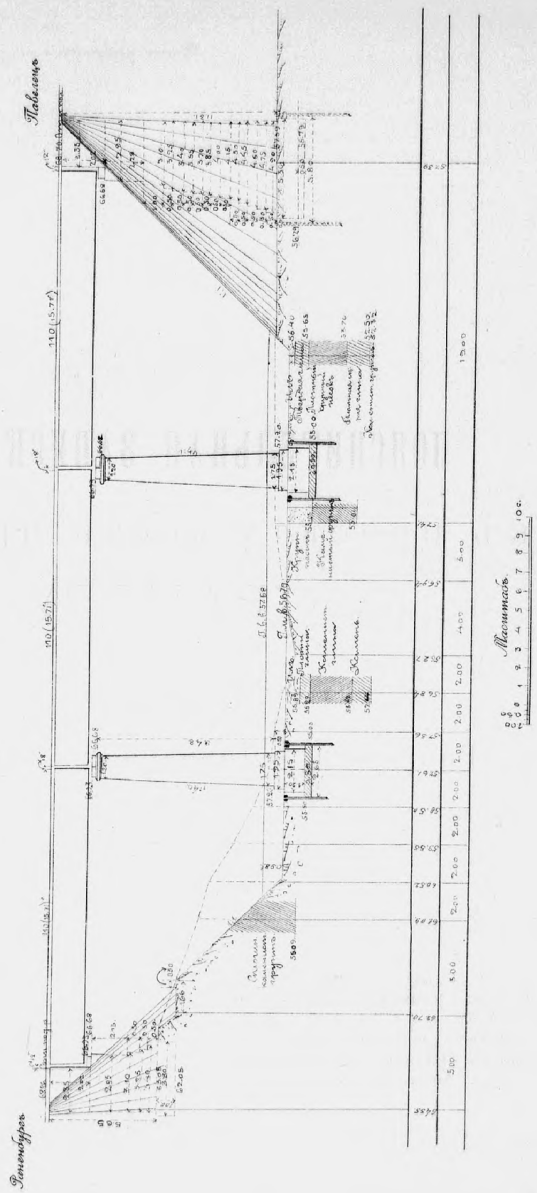
Сѣченіе русла Рановы по линіи перехода.



Площадь живого сѣченія для горизонта высокихъ водъ (57,68):

$$\Omega=\frac{1}{2}[0{,}16\times0{,}07+(0{,}07+0{,}32)\times2{,}00+(0{,}32+0{,}84)\times2{,}00+(0{,}84+1{,}41)\times2{,}00+$$
$$+(1{,}41+0{,}74)\times4{,}00+(0{,}74+0{,}27)\times3{,}00+(0{,}27+0{,}29)\times19{,}00+(0{,}29+$$
$$+0{,}02)\times10{,}00+0{,}02\times0{,}14]=\frac{1}{2}(0{,}011+0{,}78+2{,}32+4{,}50+8{,}60+3{,}03+$$
$$+10{,}64+3{,}10+0{,}003)=\frac{32{,}984}{2}=16{,}492\cong16{,}50 \text{ кв. саж.}$$

Общій видъ моста чрезъ р. Ранову,
на 36 вер. Раненбургъ-Павелецкой линіи.



Подводный периметръ:

$$P=0{,}16+\sqrt{2^2+0{,}25^2}+\sqrt{2^2+0{,}52^2}+\sqrt{2^2+0{,}57^2}+\sqrt{4^2+0{,}67^2}+\sqrt{5^2+0{,}47^2}+$$
$$+19{,}00+\sqrt{10^2+0{,}27^2}+0{,}14=42{,}56 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{P}=\frac{16{,}50}{42{,}56}=0{,}388 \text{ саж.}=0{,}830 \ mtr.$$

Средняя скорость сѣченія по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0{,}025$ и $i=0{,}00037$, будетъ:

$$v=c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}025}+\frac{0{,}00155}{0{,}00037}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}00037}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{0{,}83}}}=38{,}48;$$

$$v=38{,}48\sqrt{0{,}83\times0{,}00037}=0{,}673 \ mtr.=0{,}315 \text{ саж.}$$

Полный расходъ:

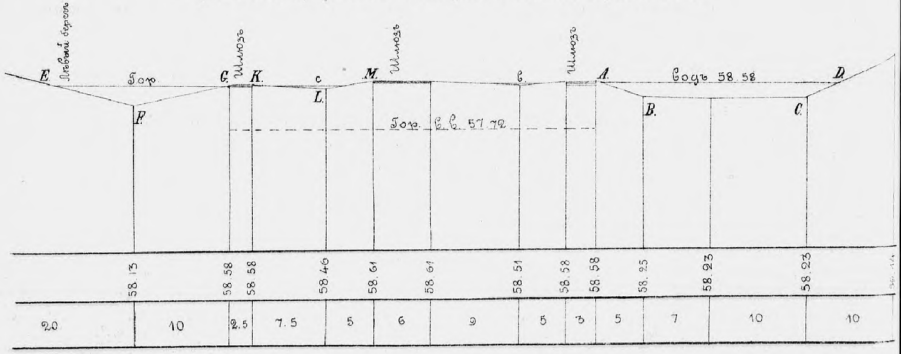
$$Q=\Omega\times v=16{,}50\times0{,}315=5{,}20 \text{ куб. саж.}$$

Найденный расходъ (5,20) менѣе дѣйствительнаго расхода рѣки, такъ какъ рѣка на 100 саж. выше линіи перехода перепружена мельничной плотиной (князя Кропоткина), состоящей изъ каменной отсыпи и трехъ шлюзовъ для спуска воды.

Въ виду вышеизложеннаго, для опредѣленія необходимаго рабочаго отверстія подъ мостомъ, опредѣляемъ расходъ воды чрезъ плотину (при гор. выс. воды выше плотины 58,58), при условіи полнаго открытія всѣхъ шлюзовъ.

Расходъ воды чрезъ шлюзы (длиною 11,5 саж.) можно разсматривать, какъ расходъ чрезъ незатопляемый водосливъ.

Продольный профиль плотины у мельницы кн. Кропоткина.



Тогда расходъ, при длинѣ водослива въ 1 саж., будетъ:

$$q=\frac{2}{3}\mu_1 h\sqrt{2gh},$$

гдѣ $\frac{2}{3}\mu_1=\frac{2}{3}\times0{,}615=0{,}41$ *).

$h=0{,}86$ — высота напора (разность горизонта высокихъ водъ выше плотины и дна шлюзовъ):

$$q=0{,}41\times0{,}86\sqrt{9{,}20\times0{,}86}=0{,}991 \text{ куб. саж.}$$

*) Принятая формула расхода чрезъ водосливы, практиковалась на Новоселицкихъ вѣтвяхъ. Имѣется въ Техническомъ календарѣ за 1889 г. ст. 61 и 62.

Для водослива же длиною $(6+3+2{,}50)=11{,}50$ саж. получимъ расходъ:

$$Q_1=11{,}50q=11{,}5\times0{,}991=11{,}40 \text{ куб. саж.}$$

Далѣе опредѣляемъ расходъ частей плотины $ABCD$, EFG и KLM, гдѣ вода идетъ чрезъ плотину. Для опредѣленія этого расхода примѣняемъ также формулу водослива, ибо $i=0$.

Площадь $ABCD=\frac{1}{2}\left[0{,}33\times5+(0{,}33+0{,}35)\times7+0{,}35\times2\times10+0{,}35\times3{,}85\right]=$
$=7{,}38$ кв. саж.

Глубина слоя воды 0,35 саж., слѣдовательно для водослива правильнаго сѣченія ширина будетъ $\frac{7{,}38}{0{,}35}=21{,}08$ пог. саж.

Расходъ будетъ:

$$Q_2=0{,}410\times21{,}08\times0{,}35\sqrt{9{,}2\times0{,}35}=5{,}43 \text{ куб. саж.}$$

Площадь $EFG=\frac{1}{2}(10+8{,}57)\times0{,}45=4{,}18$ кв. саж.

Ширина приведеннаго водослива:

$$\frac{4{,}18}{0{,}45}=9{,}29 \text{ пог. саж.}$$

Расходъ будетъ:

$$Q_3=0{,}41\times9{,}29\times0{,}45\sqrt{9{,}2\times0{,}45}=3{,}49 \text{ куб. саж.}$$

Площадь части $KLM=\frac{1}{2}(7{,}5+4)\times0{,}12=0{,}69$ кв. саж.

Приведенная ширина водослива при глубинѣ 0,12:

$$\frac{0{,}69}{0{,}12}=5{,}75 \text{ пог. саж.}$$

Тогда расходъ этой части:

$$Q_4=0{,}41\times5{,}75\times0{,}12\times\sqrt{9{,}2\times0{,}12}=0{,}30 \text{ куб. саж.}$$

Полный расходъ чрезъ плотину при открытыхъ шлюзахъ и при самомъ высокомъ горизонтѣ воды выше плотины (58,58), будетъ:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4=11{,}40+5{,}43+3{,}49+0{,}30=20{,}62 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ расходъ воды чрезъ плотину болѣе расхода, вычисленнаго для линіи перехода, почему и принимаемъ его для опредѣленія отверстія моста.

Размыва плотины предполагать нѣтъ основанія, такъ какъ она состоитъ изъ каменной отсыпи и до сихъ поръ не размывалась, да къ тому же количество воды въ прудѣ легко регулируется шлюзомъ и двумя мостами.

Необходимая площадь рабочаго отверстія опредѣлится по формулѣ:

$\omega=\frac{Q}{\mu\times v_0}$; гдѣ $\mu=0{,}95$ — коэффиціентъ сжатія струи, $v_0=0{,}95$ по *Дюбуа* — средняя скорость всего сѣченія, соотвѣтствующая скорости по дну 5 фут., въ виду глинистаго грунта дна рѣки:

$$\omega=\frac{20{,}62}{0{,}95\times0{,}95}=22{,}86 \text{ куб. саж.}$$

Перекрываемъ русло р. Раповы тремя пятнадцатисаженными фермами рѣшетчатой системы съ пѣдою по верху.

Для увеличенія рабочаго отверстія дѣлаемъ срѣзку до горизонта меженнихъ водъ.

Полная длина моста по верху, согласно проекта:

$$110'\times3+12''\times2+18''\times2+2{,}35\times2\times7'=367{,}9'=52{,}557 \text{ саж.}$$

Длина отверстія моста по низу:

$$52{,}557-0{,}25\times2-12{,}00\times2-1{,}95\times2-0{,}30=23{,}857\cong23{,}85 \text{ саж.}$$

Площадь рабочаго отверстія выше горизонта меженнихъ водъ для горизонта в. в. 57,68:

$$23{,}85\times0{,}98+\frac{0{,}98\times0{,}98}{2}\times2=23{,}37+0{,}96=24{,}33 \text{ кв. саж.}$$

Площадь рабочаго отверстія ниже горизонта меженнихъ водъ:

$$0{,}43\left(\frac{2{,}57+1{,}51}{2}\right)=0{,}88 \text{ кв. саж.}$$

Полное рабочее отверстіе подъ мостомъ $=24{,}33+0{,}88=25{,}21$ кв. саж.

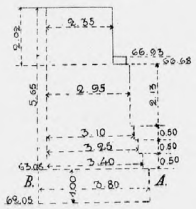
Сопоставляя между собою площади рабочихъ отверстій моста дѣйствительнаго (25,21) и требуемаго расчетомъ (22,86), находимъ, что выбранное отверстіе моста достаточно.

Опредѣленіе глубины заложенія устоевъ и устойчивости ихъ противъ вращенія и скольженія.

Раненбургскій устой предположено заложить безъ шпунтовыхъ огражденій, быки же и Павелецкій устой, въ виду рыхлости верхнихъ грунтовъ и присутствія воды,—въ одиночныхъ шпунтовыхъ огражденіяхъ.

Раненбургскій устой.

Раненбургскій устой.



Необходимую глубину заложенія устоя находимъ по формулѣ *Паукера:*

$$x=htg^4\left(45^0-\frac{\varphi^0}{2}\right),$$

гдѣ: φ—уголъ естественнаго откоса земли—38^0.

Давленіе на устой составляется изъ:

1) $^1/_2$ вѣса подвижной нагрузки $\frac{109\times115}{2}$ . . $=6267{,}50$ пуд.

2) $^1/_2$ вѣса проѣзжей части $\frac{109\times10}{2}$ . . . . $=545{,}00$ „

3) $^1/_2$ вѣса фермы $\frac{3170}{2}$ . . . . . $=1585{,}00$ „

Всего . . . $8397{,}50\cong8398$ пуд.

Количество кладки до фундамента:

$$[(3{,}40+3{,}25+3{,}10)\times0{,}50+2{,}95\times2{,}13+2{,}35\times2{,}02]\times2{,}20=35{,}00 \text{ куб.-саж.}$$

Объемъ фундамента $3{,}8\times2{,}4x$.

Полный объемъ кладки устоя:

$$(35{,}00+3{,}8\times2{,}4x).$$

Давленіе на устой отъ проѣзжей части, временной нагрузки и вѣса фермы:

$$(6267{,}5+545+1585)=8397{,}5\cong8398 \text{ пуд.}$$

Давленіе на нижнюю плоскость фундамента будетъ:

$$(35{,}00+3{,}8\times2{,}4x)1300+8398 \text{ пуд.}$$

По формулѣ *Паукера* имѣемъ:

$$x=htg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right), \text{ гдѣ } \varphi=38^0 \text{ и}$$

$$tg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=0{,}057.$$

Высота h песчанаго столба, эквивалентная вѣсу устоя съ фермой и временной на него нагрузкой будетъ:

$$\frac{(35{,}00+3{,}8\times2{,}4x)1{,}3+8{,}398}{3{,}8\times2{,}4}.$$

Теоретическая глубина заложенія будетъ:

$$x=\frac{(35{,}00+3{,}8\times2{,}4x)1{,}30+8{,}398}{3{,}8\times2{,}4}\times0{,}057.$$

Опредѣляемъ глубину заложенія x:

$$x=0{,}364.$$

Принимая коэффиціентъ заложенія $=2{,}75$, получаемъ глубину заложенія отъ поверхности грунта въ $1{,}001\cong1{,}00$ саж.

Давленіе на грунтъ:

$$\frac{(35{,}00+9{,}12\times1{,}00)1300+8398}{9{,}12\times84^2}=1{,}02\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Повѣрка устойчивости устоя.

Повѣрка устойчивости производится на вращеніе около ребра A и на скольженіе въ плоскости AB.

Площадь сѣченія устоя плоскости AB:

$$\Omega_1=(3{,}40+3{,}25+3{,}10)\times0{,}50+2{,}95\times2{,}13+2{,}35\times2{,}02=4{,}88+6{,}28+4{,}75=$$
$$=15{,}91 \text{ кв. саж.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A:

$$J_1=(3{,}40\times1{,}70+3{,}25\times1{,}775+3{,}10\times1{,}85)\times0{,}50+2{,}95\times2{,}13\times1{,}925+2{,}35\times$$
$$\times2{,}02\times2{,}225=8{,}641+12{,}095+10{,}562=31{,}298 \text{ (саж.)}^3.$$

Вѣсъ устоя на одну погонную саж.:

$$P_1=\Omega_1\times1300=15{,}91\times1300=20683 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса устоя:

$$M_1=J_1\times\triangle=31{,}298\times1300=40687{,}4\cong40687 \text{ пуд.-саж.}$$

Отсюда плечо момента вѣса устоя относительно ребра A:

$$p=\frac{M_1}{P_1}=\frac{40687}{20683}=1{,}967 \text{ саж.}$$

Давленіе, передаваемое на одну опору отъ подвижной нагрузки и пролетной части по предыдущему будетъ:

$$6267{,}5+545+1585=8397{,}5\cong8398 \text{ пуд.}$$

Отсюда на одну погонную сажень:

$$P_2=\frac{8398}{2{,}20}=3817{,}3\cong3817 \text{ пуд.}$$

Площадь земли, лежащей на обрѣзахъ устоя (считаемъ трапеціи за прямоугольники)

$$\Omega_2=0{,}15(6{,}67+6{,}25+5{,}83+5{,}41+4{,}99+4{,}57+4{,}15+3{,}73+3{,}31+2{,}89+2{,}47+$$
$$+2{,}05+1{,}25)=8{,}04 \text{ кв. саж.}$$

Статическій моментъ этой земли:

$$J_2=0{,}15(6{,}67\times0{,}075+6{,}25\times0{,}225+5{,}83\times0{,}375+5{,}41\times0{,}525+4{,}99\times0{,}675+$$
$$+4{,}57\times0{,}825+4{,}15\times0{,}975+3{,}73\times1{,}125+3{,}31\times1{,}275+2{,}89\times1{,}425+$$
$$+2{,}47\times1{,}575+2{,}05\times1{,}725+1{,}25\times1{,}875)=6{,}063 \text{ (саж.)}^3.$$

Вѣсъ устоя на одну погонную саж.:

$$P_1=\Omega_1\times1300=39{,}06\times1300=50778 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса устоя:

$$M_1=J\times\triangle=120{,}417\times1300=156542{,}1\cong156542 \text{ пуд.-саж.}$$

Вѣсъ земли на одну пог. саж. устоя:

$$P_2=\Omega_2\times1000=8{,}04\times1000=8040 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса земли:

$$M_2=J_2\times\triangle=6{,}063\times1000=6063 \text{ пуд.-саж.}$$

Полный моментъ отъ вѣса устоя и земли:

$$M=M_1+M_2=156542+6063=162605 \text{ пуд.-саж.}$$

Давленіе, передаваемое на одну опору по предыдущему, будетъ:

$$8398 \text{ пуд.}$$

Отсюда на одну погонную саж.:

$$P_3=\frac{8398}{2{,}20}=3817{,}3\cong3817 \text{ пуд.}$$

Полный моментъ всѣхъ дѣйствующихъ въ устоѣ силъ относительно ребра A будетъ:

$$M_0=M+P_3a=162605+3817\times2{,}312=171429{,}9\cong171430 \text{ пуд.-саж.}$$

Плечо момента всѣхъ дѣйствующихъ въ устоѣ силъ, относительно ребра A:

$$p_A=\frac{M_0}{P_1+P_2+P_3}=\frac{171430}{50778+8040+3817}=2{,}737 \text{ саж.}$$

Распоръ земли на одну пог. саж., полагая временную нагрузку $v=0$, такъ какъ высота насыпи болѣе 3,50 саж., найдемъ по формулѣ (Курсъ мостовъ профессора *Николаи*):

$$E=\Psi\gamma h^2,$$

гдѣ: $\Psi={}^1/_2 tg^2\left(45^0-\frac{\alpha}{2}\right)=0{,}119;$

α—уголъ естественнаго откоса$=38^0$;

h—высота земли за устоемъ$=11{,}31$ саж.;

γ—вѣсъ куб. саж. земли$=1000$ пуд.

Слѣдовательно:

$$E=0{,}119\times1000\times11{,}31^2=15222 \text{ пуд.}$$

Плечо этого распора относительно ребра A:

$$e=\frac{h}{3}=\frac{11{,}31}{3}=3{,}77 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2=E\times e=15222\times3{,}77=57386{,}94\cong57387 \text{ пуд.-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости:

a) противъ вращенія:

$$m_1=\frac{M_0}{M_2}=\frac{171430}{57387}=2{,}98.$$

b) противъ скольженія:

$$m_2=f\times\frac{P}{E}=0{,}7\times\frac{62635}{15222}=2{,}88.$$

гдѣ $f=0{,}7$—коэффиціентъ тренія камня.

Кромѣ того для удовлетворенія условія прохожденія равнодѣйствующей R всѣхъ дѣйствующихъ въ устоѣ силъ чрезъ среднюю треть основанія необходимо, чтобы разстояніе этой равнодѣйствующей отъ ребра A было болѣе $\frac{AB}{3}=\frac{4{,}90}{3}=1{,}633$.

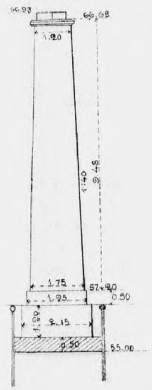
Разстояніе это:

$$x=p_A-\frac{e\times E}{P}=2{,}737-\frac{57387}{61635}=2{,}737-0{,}931=1{,}806>1{,}633 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно условія прохожденія равнодѣйствующей чрезъ среднюю треть основанія соблюдены.

Опредѣленіе глубины заложенія быковъ.

Быкъ.



Необходимая глубина заложенія быка, обезпечивающая сооруженіе отъ выпиранія грунта по *Паукеру:*

$$x=h\,tg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right),$$

гдѣ $\varphi=38^0$—уголъ естественнаго откоса земли.

Количество кладки до фундамента:

$$\left\{\frac{1{,}20\times2{,}20+1{,}75\times2{,}75}{2}\times9{,}48+1{,}95\times2{,}95\times0{,}50\right\}=38{,}24 \text{ куб. саж.}$$

Объемъ кладки фундамента:

$$2{,}15\times3{,}15\times x=6{,}77x.$$

Полный объемъ кладки:

$$(38{,}24+6{,}77x).$$

Давленіе на устой отъ проѣзжей части, временной нагрузки и фермы по предыдущему 16795 пуд.

Давленіе на нижнюю плоскость фундамента будетъ:

$$(38{,}24+6{,}77x)\times1300+16795 \text{ пуд}$$

По формулѣ *Паукера* имѣемъ:

$$x=h\,tg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right), \text{ гдѣ } \varphi=38^0,$$

$$tg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=0{,}057.$$

Высота h песчанаго столба, эквивалентная вѣсу устоя съ временной нагрузкой и вѣсомъ фермы:

$$\frac{(38{,}24+6{,}77x)1{,}3+16{,}795}{6{,}77} \text{ саж.}$$

Теоретическая глубина заложенія будетъ:

$$x=\frac{(38{,}24+6{,}77x)\times 1{,}3+16{,}795}{6{,}77}\times 0{,}057.$$

Опредѣляемъ глубину заложенія $x=0{,}61$.

Принимая коэффиціентъ устойчивости 2,75, получаемъ глубину заложенія въ 1,70 саж. отъ поверхности грунта.

Давленіе на грунтъ:

$$\frac{(38{,}24+6{,}77\times 1{,}70)1300+16795}{6{,}77\times 84^2}=1{,}71\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2},$$

что для каменистаго грунта вполнѣ допустимо.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Ендржеевскій.*

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію, Іюня 22 дня 1896 года, съ тѣмъ, чтобы:

1) Родъ основанія опоръ и глубина ихъ заложенія были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта, при чемъ въ случаѣ основанія опоръ сего моста непосредственно на грунтѣ (плотной глинѣ), предѣльная глубина заложенія подошвы фундаментовъ опоръ, опредѣленная по формулѣ Паукера, была не менѣе:

для устоевъ: Раненбурскаго . . . . . 1,32 саж.
Павелецкаго . . . . . 2,09 саж.
для промежуточныхъ опоръ . . . . . 2,00 саж.
считая отъ отмѣтокъ подошвы цоколя опоръ, показанныхъ на проектѣ;

2) Каменная кладка опоръ моста, какъ по качеству своему, такъ и роду употребляемаго раствора, была строго согласована съ требованіями, указанными въ § 11 Техническихъ условій, утвержденныхъ для Раненбургъ-Павелецкой линіи;

3) Показанная на проектѣ срѣзка грунта, въ отверстіи моста, была продолжена на протяженіи 20 саженъ выше и ниже моста, при чемъ сопряженіе углубленнаго русла съ естественной его поверхностью, было сдѣлано полого, безъ уступовъ; и

4) На устояхъ моста были устроены перила.

Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно:
Завѣдывающій Чертежною Я. Гильманъ.

На подлинномъ написано:

Къ утвержденному проекту моста чрезъ р. Сухая-Полотемна.—Іюня 22 дня 1896 года.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

113

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ ручей

СУХАЯ-ПОЛОТЕМНА,

на 49 верстѣ

Раненбургъ-Павелецкой линіи.

На подлинномъ написано:

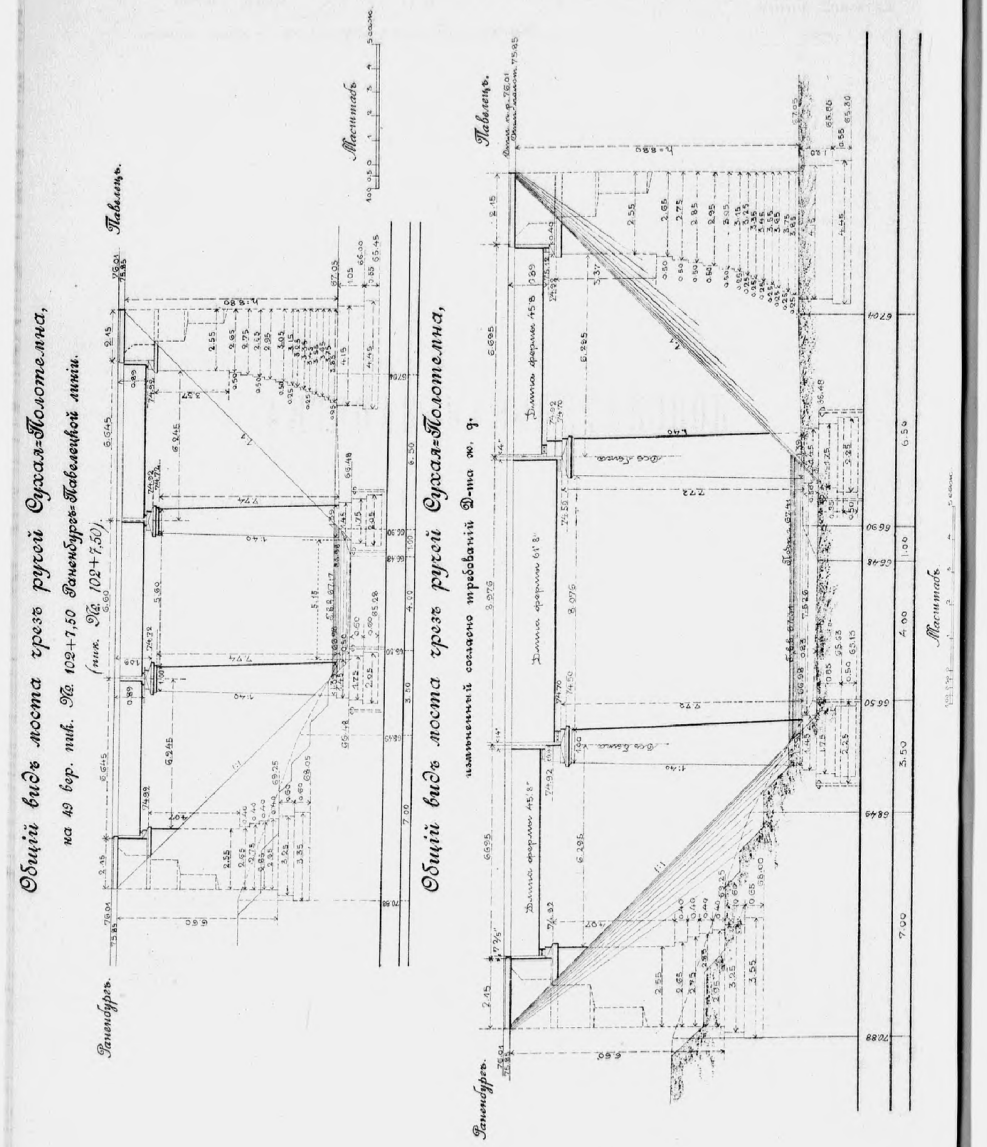
Къ докладу Департамента жел. дорогъ отъ 20 Мая 1896 года, № 907.

Подписалъ: За Директора Бѣлинскій.

Скрѣпилъ: За Дѣлопроизводителя Черниѣскій.

Вѣрно: Помощникъ Дѣлопроизводителя Яковлевъ.

Саратовъ. Типо-литогр. П. Е. Шевкунова



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ ручей СУХАЯ-ПОЛОТЕМНА,

на 49 верстѣ

Раненбургъ-Павелецкой линіи,

пик. № 102+7,50, при высотѣ насыпи 9,37 саж.

Расчетъ отверстія.

ДАННЫЯ:

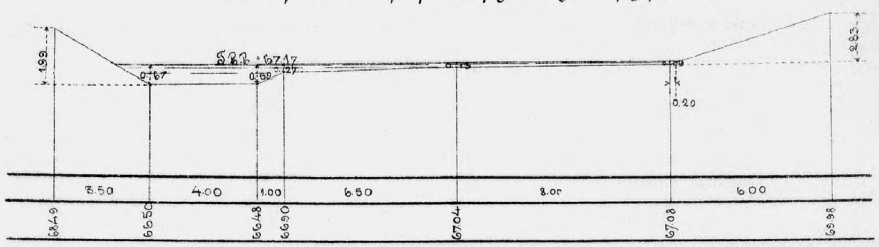
Площадь бассейна, полученная обходомъ на мѣстѣ . . . . $\Omega =$ 48,82 кв. вер.

Длина бассейна . . . . . $S =$ 14 верстъ.

Средній уклонъ лога или водотока отъ водораздѣла до сооруженія . . . . . $i_0 =$ 0,00432.

Уклонъ на 100 саж. выше и ниже сооруженія . . . . . $i =$ 0,0016.

Поперечный профиль русла у сооруженія:



Наибольшій расходъ для даннаго живого источника, по *Кёстлину:*

$$Q = 1{,}875 \times \Omega \times L = 1{,}875 \times 48{,}82 \times \frac{0{,}063}{2} = 2{,}88 \text{ куб. саж.}$$

(L—коэффиціентъ, зависящій отъ длины и уклона бассейна i_0, по циркуляру Министерства Путей Сообщенія отъ 16 Іюня 1884 года за № 5167).

Подбирая ощупью, при данныхъ бытовыхъ условіяхъ живого источника, горизонтъ притекающей воды, соотвѣтствующій найденному расходу, получимъ его при отмѣткѣ 67,17.

Дѣйствительно, площадь живого сѣченія:

$$\omega = \frac{1{,}18 \times 0{,}67}{2} + \frac{0{,}67 + 0{,}69}{2} \times 4 + \frac{0{,}69 + 0{,}27}{2} \times 1{,}00 + \frac{0{,}27 + 0{,}13}{2} \times 6{,}5 +$$

$$+ \frac{0{,}13 + 0{,}09}{2} \times 8{,}00 + \frac{0{,}09 \times 0{,}20}{2} = 5{,}784 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = \sqrt{1{,}18^2 + 0{,}67^2} + \sqrt{4^2 + 0{,}02^2} + \sqrt{1 + 0{,}42^2} + \sqrt{6{,}5^2 + 0{,}14^2} + \sqrt{8^2 + 0{,}04^2} +$$

$$+ \sqrt{0{,}09^2 + 0{,}20^2} = 21{,}15 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ: $R = \frac{\omega}{p} = \frac{5{,}784}{21{,}15} = 0{,}273$ саж.

И средняя скорость для земляного ложа, по *Базену:*

$$v = C\sqrt{Ri}; \quad \text{гдѣ } C = \frac{1}{0{,}0005974 + \frac{0{,}00035}{R}} = 23{,}07;$$

$$v = C\sqrt{Ri} = 23{,}07 \times \sqrt{0{,}273 \times 0{,}0016} = 0{,}48 \text{ саж.}$$

Тогда расходъ $\omega \times v = 5{,}784 \times 0{,}48 = 2{,}78$ куб. саж.

Полученный расходъ весьма мало разнится отъ расхода, опредѣленнаго по *Кёстлину,* а потому найденный горизонтъ притекающаго потока, соотвѣтствующій отмѣткѣ 67,17, можетъ быть принятъ за дѣйствительный.

Допуская далѣе скорость по дну русла, стѣсненнаго сооруженіемъ, $w = 5' = 0{,}714$ саж., при глинистомъ грунтѣ, будемъ имѣть среднюю скорость въ отверстіи сооруженія, по *Прони* и *Дюбуа,* $v_0 = 0{,}88$ саж., при чемъ v_0 будетъ больше $v = 0{,}48$ саж.; тогда высота, соотвѣтствующая скорости притекающей воды: $\frac{v^2}{2g} = k = \frac{0{,}2304}{9{,}20} = 0{,}025$ саж.

Подпоръ у сооруженія: $h = \frac{v_0^2 - v^2}{2g} = \frac{0{,}7744 - 0{,}2304}{9{,}20} = 0{,}059$ саж.

Наибольшая глубина потока по профилю $a = 0{,}69$ саж.

Высота подпорнаго горизонта $H = a + h = 0{,}75$ саж. или отмѣткѣ его 67,23.

Отверстіе моста l опредѣлится изъ формулы неполнаго водослива:

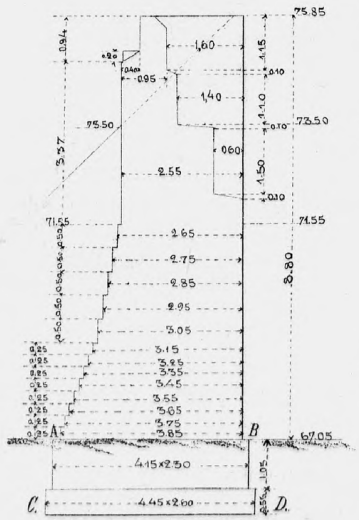
$$l = \frac{Q}{\mu\sqrt{2g}\left\{{}^2/_3\left[(h+k)^{3/2} - k^{3/2}\right] + a(h+k)^{1/2}\right\}},$$

гдѣ: $\mu = 0{,}90$; $2g = 9{,}20$ саж. Подставляя соотвѣтствующія значенія Q, h, k, a, получимъ: $l = \frac{2{,}88}{2{,}73\left\{{}^2/_3\left[0{,}02443 - 0{,}00395\right] + 0{,}69 \times 0{,}2902\right\}} = 4{,}97$ саж.

Принятое отверстіе для обозначенія $l_1 = 5{,}00$ саж. безъ укрѣпленія русла.

Вслѣдствіе большой высоты насыпи, ручей Сухая-Полотемна *перекрытъ тремя металлическими фермами по 6,00 саж.* на 2-хъ каменныхъ быкахъ и двухъ засыпанныхъ устояхъ.

Павелецкій устой.



Устои.

1) Повѣрка устойчивости Павелецкаго устоя:

А) противъ вращенія относительно ребра A.

Статическій моментъ сѣченія засыпки земли, приходящейся на задніе обрѣзы устоя относительно ребра A:

$$S = \frac{0{,}25^2}{2} \times 2{,}165 + 1{,}60 \times 1{,}15 \times 3{,}05 + 1{,}20 \times 1{,}40 \times 3{,}15 + 1{,}60 \times 0{,}60 \times 3{,}55 + \frac{0{,}20}{2} \times 0{,}10 \times 2{,}39 + 0{,}10 \times \frac{0{,}80}{2} \times 3{,}00 + 0{,}10 \times \frac{0{,}60}{2} \times 3{,}65 = 14{,}634 \text{ (саж.)}^3.$$

Статическій моментъ сѣченія земли, приходящейся на передніе обрѣзы устоя:

$$S_1 = 0{,}10\{1{,}90 \times 1{,}25 + 2{,}30 \times 1{,}15 + 2{,}70 \times 1{,}05 + 3{,}10 \times 0{,}95 + 3{,}50 \times 0{,}85 + 3{,}90 \times 0{,}75 + 4{,}05 \times 0{,}65 + 4{,}20 \times 0{,}55 + 4{,}35 \times 0{,}45 + 4{,}50 \times 0{,}35 + 4{,}65 \times 0{,}25 + 4{,}80 \times 0{,}15 + 4{,}95 \times 0{,}05\} = 2{,}7305 \text{ (саж.)}^3.$$

Статическій моментъ сѣченія каменной кладки до плоскости AB, относительно ребра A:

$$S_2 = 2{,}55 \times 4{,}31 \times 2{,}575 + 2{,}60 \times 2{,}50 \times {}^1/_2 \times \left(3{,}85 - \frac{2{,}60}{3}\right) + 3{,}10 \times 2{,}50 \times {}^1/_2 \times \left(3{,}85 - \frac{2{,}85}{3} \times 2\right) + 3{,}10 \times 2 \times {}^1/_2 \times \left(3{,}85 - \frac{3{,}10}{3}\right) + 3{,}90 \times \frac{2}{2} \times \left(3{,}85 - \frac{3{,}50}{3} \times 2\right) - S - 0{,}74 \times 0{,}40 \times 1{,}50 = 45{,}124 \text{ (саж.)}^3$$

Принимая вѣсъ куб. саж. земли $\delta_1 = 1000$ пуд. и вѣсъ куб. саж. каменной кладки $\delta_2 = 1300$ пуд., получимъ моментъ вѣса кладки устоя и земли, давящей на обрѣзы устоя, на 1 пог. саж. его:

$$M_A = P'p' = 1000(S + S_1) + 1300S_2 = (14{,}634 + 2{,}7305)1000 + 45{,}124 \times 1300 = 17364{,}5 + 58661{,}2 = 76026 \text{ пуд.-саж.}$$

Распоръ земли сзади устоя на одну пог. саж. его, не принимая въ расчетъ временной нагрузки, такъ какъ высота насыпи болѣе 3,50 саж. опредѣлится по формулѣ *Гобена:*

$E = \Psi h^2 \delta_1$; гдѣ $\Psi = {}^1/_2 tg^2\left(45° - \frac{\varphi}{2}\right)$, что при углѣ естественнаго откоса земли (принятаго нами) $\varphi = 38°$, $\Psi = {}^1/_2 tg^2\left(45° - \frac{\varphi}{2}\right) = {}^1/_2 tg^2 26° = 0{,}119$;

h—высота насыпи надъ обрѣзомъ устоя $= 8{,}80$;

δ_1—вѣсъ куб. саж. земли $= 1000$ пуд.

И такъ $E = \Psi h^2 \delta_1 = 0{,}119 \times 8{,}8^2 \times 1000 = 9215{,}36$ пуд.-саж.

Плечо распора $e = \frac{h}{3} = \frac{8{,}8}{3} = 2{,}933$ саж.

Моментъ распора относительно ребра A:

$$M'_A = Ee = 9215{,}36 \times 2{,}933 = 27028{,}7 \text{ пуд.-саж.},$$

откуда коэффиціентъ устойчивости противъ опрокидыванія:

$$m = \frac{76026}{27028{,}7} = 2{,}81;$$

въ дѣйствительности же коэффиціентъ устойчивости m будетъ значительно больше, такъ какъ мы вовсе не принимали въ расчетъ обратнаго горизонтальнаго распора земли впереди устоя (конуса) и, кромѣ того, слѣдовало-бы статическій моментъ кладки (S_2) считать по боковой поверхности устоя и вовсе не принимать въ расчетъ засыпки земли за устоемъ, такъ какъ она по ширинѣ устоя имѣетъ весьма незначительные размѣры.

В) Повѣрка устойчивости противъ скольженія въ плоскости AB.

Коэффиціентъ устойчивости противъ скольженія найдемъ изъ формулы:

$$m_1 = \frac{P'f}{E}; \text{ гдѣ}$$

P'—вѣсъ каменной кладки устоя до плоскости AB и земли, давящей на обрѣзы устоя $= \Big\{(3{,}15 + 3{,}85)^1/_2 \times {}^8/_4 + (3{,}05 + 2{,}55)^1/_2 \times {}^6/_2 + 3{,}81 \times 2{,}55 - \Big[0{,}10 \times \frac{0{,}60}{2} + 0{,}60 \times 1{,}50 + \frac{0{,}60 + 1{,}40}{2} \times 0{,}10 + 1{,}10 \times 1{,}40 + (1{,}40 + 1{,}60)^1/_2 \times 0{,}10 + 1{,}15 \times 1{,}60 + \frac{0{,}25^2}{2}\Big] - 0{,}740 \times 0{,}40\Big\} 1300 + \Big(0{,}10 \times \frac{0{,}60}{2} + 0{,}60 \times 1{,}50 + \left(\frac{0{,}60 + 1{,}40}{2}\right) \times 0{,}10 + 1{,}10 \times 1{,}40 + (1{,}40 + 1{,}60)^1/_2 \times 0{,}10 + 1{,}15 \times 1{,}60 + \frac{0{,}25^2}{2}\Big) \times 1000 + \{(1{,}90 + 3{,}90)^1/_2 \times 0{,}55 + (3{,}90 + 4{,}95)^1/_2 \times 0{,}75\}1000 = 26290{,}79 + 4591{,}2 + 4919{,}6 = 35801{,}59$ пуд.;

f—коэффиціентъ тренія камня о камень $=0,7$;

E—распоръ земли, по предыдущему—9215,36 пуд.;

$$m_1=\frac{35801,6\times 0,7}{9215,4}=2,72.$$

Не принятый въ расчетѣ обратный горизонтальный распоръ насыпи впереди устоя послужитъ въ пользу устойчивости.

C) Кромѣ того, необходимо удостовѣриться, проходитъ-ли равнодѣйствующая всѣхъ, дѣйствующихъ на устой, силъ въ средней трети основанія CD.

Для этого опредѣлимъ всѣ вертикальныя и горизонтальныя силы, дѣйствующія на 1 пог. саж. устоя до плоскости CD и ихъ плечи относительно ребра C.

1) Вѣсъ каменной кладки и земли, давящей на его обрѣзы на 1 пог. саж.

$$P=P'+(4,15\times 1,05+4,45\times 0,55)1300+(5,10+8,80+9,85+5,98)0,15\times 1000=$$
$$=35801,59+8846,5+4459,5=49107,59 \text{ пуд.}$$

Плечо силы P найдемъ изъ уравненія:

$$Pp=P'(p'+0,30)+8846,5\times 2,225+\left\{5,98\times\frac{0,15^2}{2}+5,10\times 0,15\times 0,225+\right.$$
$$\left.+0,15(8,80+9,85)4,30\right\}1000;$$

гдѣ $p'=\frac{P'p'}{P'}=\frac{76026}{35801,59}=2,12$ саж.

Подставляя значеніе p' въ предыдущее уравненіе и рѣшая его относительно p, будемъ имѣть:

$$p=\frac{76026+35801,59\times 0,3\times 19683,46+4034,10}{49107,59}=\frac{110484}{49107,59}=2,25 \text{ саж.}$$

2) Давленіе отъ опорныхъ частей желѣзныхъ фермъ съ постоянной и подвижной нагрузкой найдемъ, зная на пролетъ:

1)	вѣсъ желѣзной фермы съ перилами и опорными частями	762 пуд.
2)	„ проѣзжей части	383 „
3)	„ подвижной нагрузки $141,33\times 44^1/_3$	6265 „
	Итого . . .	7410 пуд.

при ширинѣ устоя 2,00 саж. На одну же пог. саж. устоя давленіе отъ опорныхъ частей будетъ: $Q=\frac{7410}{2\times 2}=1852,5$ пуд.

Плечо силы Q относительно ребра C: $q=1,65+0,166=1,816$ саж.

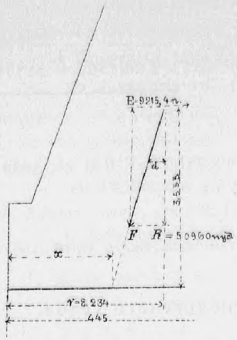
3) Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $R=P+Q=49107,59+1852,5=$ $=50960,09$ пуд.

Плечо же ея найдемъ изъ уравненія:

$$Rr=Pp+Qq=110484+3364=113848 \text{ пуд.-саж.}$$

и $r=\frac{113848}{50960}=2,234$ саж.

4) Горизонтальная сила, дѣйствующая на устой, извѣстна: $E=9215,4$ пуд. и плечо ея относительно ребра $C=e+1,60=2,933+1,60=3,533$ саж.



Изъ помѣщеннаго здѣсь схематическаго чертежа видно, что разстояніе x,—точки пересѣченія равнодѣйствующей вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ съ основаніемъ сооруженія до ребра C равно:

$$2,234-3,533\ tg\alpha=2,234-3,533\times\frac{9215,4}{50960}=2,234-$$
$$-0,638=1,60 \text{ саж.}>\left(\frac{4,45}{3}=1,48 \text{ саж.}\right);$$

т. е., что равнодѣйствующая всѣхъ силъ проходитъ въ средней трети основанія устоя.

Повѣрка глубины заложенія основанія подъ Павелецкій устой и опредѣленіе давленія на грунтъ и кладку.

1) Вѣсъ каменной кладки и земли, давящей на обрѣзы до плоскости AB для всего устоя $2P'=35801,59\times 2$ . . . . . 71603,20 пуд.

2) Давленіе отъ желѣзной фермы съ подвижной нагрузкой $2Q=1852,5\times 2=$ . . . . . 3705,00 „

3) Вѣсъ паровоза, расположеннаго на устоѣ . . . . . 3050,00 „

Давленіе на фундаментъ . . 78358,20 пуд.

Высота устоя, приведенная къ матеріалу кладки:

$$h=\frac{78358,2}{1300\times 4,45\times 2,60}=\frac{78358,2}{15041}=5,21 \text{ саж.}$$

Если чрезъ x обозначимъ необходимую глубину заложенія, то вся высота опоры $H=h+x$.

Высота, приведенная къ песку $H'=\frac{H\times 1300}{1000}=(h+x)1,3$.

Глубина заложенія, по *Наукеру*:

$x\geqq tg^4\left(45^\circ-\frac{\varphi}{2}\right)(h+x)1,3$; гдѣ φ—уголъ естественнаго откоса земли $=35^\circ$;

$$tg^4\left(45-\frac{35}{2}\right)=0,073;$$

откуда $x\geqq 0,105\,h=0,55$ саж.

Принятая глубина заложенія по проекту 1,60 саж.; коэффиціентъ устойчивости противъ выпиранія грунта $m_2=\frac{1,60}{0,55}=2,91$.

Давленіе на кладку въ плоскости AB передается на площадь $3,85\times 2,00\times 7056=$ $=54331$ кв. дм.

Давленіе на 1 кв. дм. кладки $\frac{78358,2}{54331}=1,44$ пуда.

Давленіе отъ опорныхъ частей желѣзныхъ фермъ на подферменный камень, принимая во вниманіе вѣсъ фермы, подвижную нагрузку и проѣзжую часть, $Q=1852,5$ пуда; при размѣрахъ подферменнаго камня $25''\times 30''=750$ кв. дм.,—давленіе на 1 кв. дюйм. кладки $\frac{1852,5}{750}=2,47$ пуд.

Полное давленіе на основаніе составится изъ:

1) Давленія на фундаментъ. . . . . 78358,2 пуд.

2) Вѣса фундамента $\{4,15\times2,30\times1,05+4,45\times0,55\times2,60\}1300=$ 21301,5 „

Всего. . . 99659,7 пуд.

Давленіе это передается на площадь $4,45\times2,60\times7056=81638$ кв. дюйм.

Давленіе на 1 кв. дюйм. грунта $\frac{99659,7}{81638}=1,22$ пуд., что вполнѣ безопасно для плотноглинистаго грунта, на которомъ предполагается заложить устой (по даннымъ буренія).

II. Повѣрка устойчивости Раненбургскаго устоя.

А) Противъ вращенія относительно ребра A.

Статическій моментъ сѣченія земли, приходящейся на задніе обрѣзы устоя:

$$S=\frac{0,25^2}{2}\times1,27+1,60\times1,15\times2,15+\frac{0,2}{2}\times0,1\times1,39+1,40\times1,20\times2,25+$$
$$+0,10\times\frac{0,80}{2}\times2,09+0,60\times1,55\times2,65=10,339 \text{ (саж.)}^3$$

Статическій моментъ сѣченія земли, приходящейся на передніе обрѣзы устоя:

$$S_1=(2,60\times0,35+2,90\times0,25+3,20\times0,15+3,50\times0,05)0,10=0,229 \text{ (саж)}^3.$$

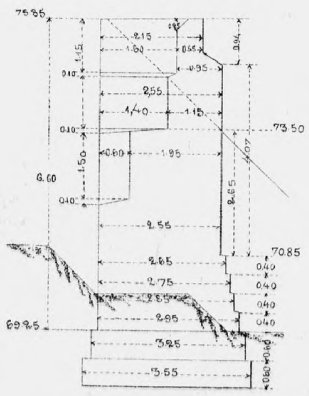
Статическій моментъ сѣченія каменной кладки до обрѣза фундамента:

$$S_2=0,4\left(\frac{2,95^2}{2}+2,85\times1,525+2,75\times1,575+2,65\times1,625\right)+2,55\times5,00\times1,675-$$
$$-S-0,74\times0,40\times0,60=17,774 \text{ (саж.)}^3$$

Принимая по прежнему вѣсъ куб. саж. кладки $\delta_2=1300$ пуд. и вѣсъ куб. саж. земли $\delta_1=1000$ пуд., получимъ моментъ вѣса кладки устоя и земли насыпи, давящей на его обрѣзы, на 1 пог. саж. устоя:

$$M_A=P'p'=1000(S+S_1)+1300\,S_2=1000\times$$
$$\times(10,339+0,229)+1300\times17,774=$$
$$=10568+23106=33668 \text{ пуд.-саж.}$$

Раненбургскій устой.



Распоръ земли на 1 пог. саж. устоя, не принимая въ расчетъ временной нагрузки, такъ какъ высота насыпи болѣе 3,50 саж., опредѣлимъ, по формулѣ *Гобена* $E=\Psi\delta_1h^2$; гдѣ Ψ, по предыдущему равно 0,119; $\delta_1=1000$ пуд. и h—высота насыпи надъ спланированнымъ грунтомъ $=6,60$ саж.; такимъ образомъ:

$E=0,119\times1000\times6,6^2=5183,64$ пуд. и плечо распора $e=\frac{6,60}{3}=2,20$ саж.,

откуда моментъ распора:

$$M_A=Ee=5183,64\times2,20=11404 \text{ пуд.-саж.}$$

Слѣдовательно, коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія относительно ребра A:

$$m=\frac{M_A}{M'_A}=\frac{P'p'}{Ee}=\frac{33668}{11404}=2,95.$$

Въ дѣйствительности же этотъ коэффиціентъ будетъ значительно больше, такъ какъ мы не принимали въ расчетъ обратнаго горизонтальнаго распора земли впереди устоя (конуса) и, кромѣ того, статическій моментъ сѣченія каменной кладки (S_2) слѣдовало бы прямо считать по боковой поверхности устоя и не принимать въ расчетъ засыпки земли сзади его, въ виду того, что размѣры этой засыпки по ширинѣ устоя весьма незначительные.

В) Повѣрка устойчивости на скольженіе въ плоскости AB.

Коэффиціентъ устойчивости найдемъ изъ формулы $m_1=\frac{P'f}{E}$; гдѣ:

P'—вѣсъ каменной кладки устоя до плоскости AB и земли, давящей на обрѣзы устоя (на 1 пог. саж.) =

$$\left\{(2,65+2,75+2,85+2,95)0,40+2,55\times5-0,74\times0,40-\left(\frac{0,25^2}{2}+1,60\times1,15+\right.\right.$$
$$\left.\left.+1,40\times1,20+0,60\times1,65+0,10\times\frac{0,80}{2}+\frac{0,20}{2}\times0,10\right)\right\}\times1300+$$
$$+\left(\frac{0,25^2}{2}+1,60\times1,15+1,40\times1,20+0,60\times1,65+0,10\times\frac{0,80}{2}+0,20\times0,10\right)\times$$
$$\times1000+(2,65+3,85)^1/_2\times0,40\times1000=16045,64+4591,2+1300=21936,8 \text{ пуд.};$$

f—коэффиціентъ тренія камня о камень $=0,7$.

E—распоръ земли $=5183,64$ пуда.

$$m_1=\frac{21936,8\times0,7}{5183,64}=2,96.$$

Не принятый въ расчетъ обратный горизонтальный распоръ впереди устоя послужитъ въ пользу устойчивости.

С) Кромѣ того, необходимо удостовѣриться, проходитъ-ли равнодѣйствующая всѣхъ, дѣйствующихъ на устой, силъ въ средней трети основанія CD.

Для этого опредѣлимъ всѣ вертикальныя и горизонтальныя силы, дѣйствующія на 1 пог. саж. устоя (до плоскости CD) и ихъ плечи относительно ребра C.

1) Вѣсъ каменной кладки и земли, давящей на передніе и задніе обрѣзы устоя на 1 пог. саж.

$$P=P'+(3,25+3,55)0,60\times1300+(3,70+6,80)\times0,30\times1000=21936,8+5304+$$
$$+3150=30390,8 \text{ пуд.}$$

Плечо силы P,—p найдемъ изъ уравненія:

$$Pp=P'(p'+0,30)+5304\times\frac{3,55}{2}+3,70\times0,30\times0,15\times1000+6,80\times0,30\times3,40\times$$
$$\times1000=33668+21936,8\times0,3+9414,6+166,5+6936=56766 \text{ пуд.-саж.}$$

и $p=\frac{Pp}{P}=\frac{56766}{30390}=1,87$ саж.

2) Давленіе отъ опорныхъ частей по предыдущему $2Q=3705$ и $Q=1852,5$ пуда.

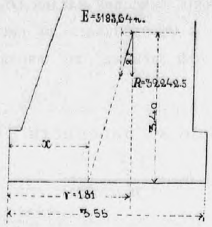
Плечо силы Q,—$q=0,75+0,166\cong0,92$ саж.

3) Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ:

$$R=P+Q=30390+1852,5=32242,5 \text{ пуд.}$$

и плечо ея $r=\frac{Rr}{R}=\frac{Pp+Qq}{R}=\frac{56766+1704,3}{32242,5}=\frac{58470,3}{32242,5}=1,81$ саж.

4) Горизонтальная сила, дѣйствующая на устой, извѣстна $E=5183,64$ пуд., плечо ея $e+1,20=3,40$ саж. (Обратнаго распора конуса не принимаемъ въ расчетъ, что послужитъ въ пользу устойчивости). Изъ приведеннаго здѣсь схематическаго чертежа видно, что x—разстояніе точки пересѣченія равнодѣйствующей вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ съ основаніемъ—до ребра C будетъ:



$$1,81-3,40tg\alpha=1,81-\frac{3,40\times5183,64}{32242,5}=$$

$1,81-0,54=1,27$, что больше $\frac{3,55}{3}$; т. е. равнодѣйствующая проходитъ въ средней трети основанія.

Повѣрка глубины заложенія основанія подъ Раненбургскій устой и опредѣленіе давленія на кладку и грунтъ.

1) Вѣсъ каменной кладки всего устоя и земли, давящей на обрѣзы до плоскости $AB=2P'=21936,8\times2$ . . . . . 43873,60 пуд.

2) Давленіе отъ желѣзной фермы съ подвижной нагрузкой $2Q=1852,5\times2$ . . . . . 3705,00 „

3) Вѣсъ паровоза, расположеннаго на устоѣ . . . . . 3050,00 „

Давленіе на фундаментъ . 50628,60 пуд.

Высота устоя, приведенная къ матеріалу кладки:

$$h=\frac{50628,6}{3,55\times2,60\times1300}=\frac{50628,6}{11999}=4,22 \text{ саж.}$$

Обозначая чрезъ x необходимую глубину заложенія, то вся высота опоры, приведенная къ матеріалу кладки $H=h+x$.

Высота, приведенная къ песку $H'=\frac{H\times1300}{1000}=(h+x)1,3$.

По *Паукеру* глубина заложенія, обезпечивающая сооруженіе отъ выпиранія грунта:

$x\geqq tg^4\left(45^\circ-\frac{\varphi}{2}\right)(h+x)1,3$; гдѣ φ—уголъ естественнаго откоса земли$=35^\circ$;

$tg^4\left(45^\circ-\frac{35}{2}\right)=0,073$;

$$x\geqq0,105h=0,105\times4,22=0,443.$$

Принятая глубина заложенія по проекту 1,20 саж.

Коэффиціентъ устойчивости противъ выпиранія грунта:

$$m_2=\frac{1,20}{0,44}=2,73.$$

Давленіе на кладку въ плоскости $AB=50628,6$.

Давленіе это передается на площадь: $2,95\times2\times7056=41630$ кв. дюйм.

Давленіе на 1 кв. дюйм. кладки:

$$\frac{50628,6}{41630}=1,22 \text{ пуд.}$$

Нагрузка отъ подферменныхъ камней на 1 кв. дюйм. кладки, какъ и для Павелецкаго устоя$=2,47$ пуд.

Давленіе на грунтъ составится изъ:

1) Давленія на фундаментъ. . . . . 50628,60 пуд.

2) Вѣса фундамента:

$\{3,55\times2,6+3,25\times2,3\}0,6\times1300$ . . . . . 13030,00 „

Всего. . . 63658,60 пуд.

Давленіе это передается на площадь: $3,55\times2,60\times7056=65127$ кв. дм.

Давленіе на 1 кв. дюймъ грунта: $\frac{63658,6}{65127}=0,98\cong1$ пуд. на кв. дюйм.

III. Быки.

Давленіе на грунтъ составится изъ:

1) Вѣса кладки быка $\delta_2v=1300\left\{\left[2,00+1,39\times2,39+\sqrt{2\times1,39\times2,39}\right]\times\right.$

$\left.\times\frac{7,74}{3}+1,45\times0,50\times2,45+0,30\times2,00\right\}=$ . . . . . 29584,00 пуд.

2) Вѣса фундамента $(3,05\times2,05+2,75\times1,75)\times0,6\times1300$ . . . 8630,70 „

3) Вѣса фермы и нагрузокъ . . . . . 7410,00 „

Всего ∾ . . 45625 пуд.

Давленіе это передается площади: $2,05\times3,05\times7056=44118$ кв. дюйм.

Давленіе на 1 кв. дюйм. грунта: $\frac{45625}{44118}=1,03$ пуда.

Давленіе на кладку у обрѣза фундамента равно $29584+7410=36994$ пуд.

Давленіе на 1 кв. дюймъ кладки: $\frac{36994}{1,45\times2,45\times7056}=\frac{36994}{25066}=1,47$ пуд.

Повѣрка глубины заложенія быка.

Полное давленіе на фундаментъ 36994 пуд.

Высота быка, приведенная къ матеріалу кладки $h=\frac{36994}{3,05\times2,05\times1300}=4,54$ саж.

Обозначая необходимую глубину заложенія чрезъ x, вся высота опоры, приведенная къ матеріалу кладки $H=h+x$.

Высота, приведенная къ песку: $H'=\frac{H\times1300}{1000}=(h+x)1,3$.

Глубина заложенія, по *Паукеру:*

$$x\geqq tg^4\left(45^\circ-\frac{\varphi}{2}\right)(h+x)1,3;\ \text{гдѣ } \varphi=35^\circ;$$

откуда $x=0,105\ h=0,47$ саж.

По проекту принято 1,20 саж.

Коэффиціентъ устойчивости противъ выпиранія грунта $\frac{1,20}{0,47}=2,55$.

Фундаменты обоихъ быковъ предполагается заложить на одномъ горизонтѣ (65,28), при глубинѣ заложенія въ 1,20 саж., въ котлованахъ со шпунтовымъ огражденіемъ.

По журналу буровыхъ скважинъ видно, что основаніемъ Павелецкаго быка будетъ служить плотная глина, а Раненбургскаго—хрящъ съ пескомъ и валунами.

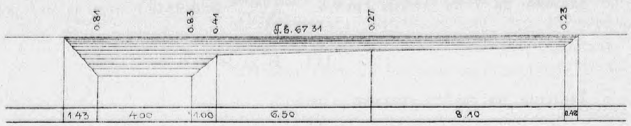
За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Въ подлинномъ расчетѣ отверстія моста чрезъ р. Сухая-Полотемна написано:

По указаніямъ Департамента желѣзныхъ дорогъ, въ предписаніи отъ 17-го Іюня 1896 года за № 10280, расходъ рѣки Сухая-Полотемна надлежитъ исчислить въ 5,72 куб. саж.

Подбирая ощупью, при данныхъ бытовыхъ условіяхъ живого источника, горизонтъ притекающей воды, соотвѣтствующій вышеуказанному расходу, найдемъ его при отмѣткѣ 67,31.



$$\omega = 1{,}43 \times 0{,}405 + \frac{0{,}81+0{,}83}{2} \times 4 + \frac{0{,}83+0{,}41}{2} \times 1{,}00 + \frac{0{,}41+0{,}27}{2} \times 6{,}50 + \frac{0{,}27+0{,}23}{2} \times 8{,}10 + $$
$$+ 0{,}23 \times 0{,}24 = 8{,}78.$$

$$p = \sqrt{1{,}43^2 + 0{,}81^2} + \sqrt{4^2 + 0{,}02^2} + \sqrt{1 + 0{,}41^2} + \sqrt{0{,}5^2 + 0{,}14^2} + \sqrt{8{,}10^2 + 0{,}04^2} + \sqrt{0{,}48^2 + 0{,}23^2} = 21{,}85.$$

$$R = \frac{8{,}78}{21{,}85} = 0{,}402.$$

$$c = \frac{0{,}402}{\sqrt{0{,}00059738 \times 0{,}402 + 0{,}00035}} = \frac{0{,}402}{0{,}0244} = 16{,}48.$$

$$v = 16{,}48 \sqrt{0{,}0016} = 0{,}659 \text{ сажени.}$$

$Q = 8{,}78 \times 0{,}659 = 5{,}78$ куб. сажени. Такъ какъ расходъ этотъ близко подходитъ къ вышеуказанному (5,72), то принимаемъ горизонтъ потока 67,31—за вѣрный.

Отверстіе моста опредѣлится изъ равенства:

$$x = \frac{5{,}78}{0{,}9 \times 0{,}88\left(0{,}83 + \frac{0{,}88^2 - 0{,}659^2}{3 \times 4{,}6}\right)} = \frac{5{,}78}{0{,}677} = 8{,}5 \text{ саж.}$$

Принимая во вниманіе, что при перекрытіи отверстія моста 8-ми саженною фермою, чистое отверстіе, считая таковое между гранями цоколей опоръ, уменьшается до 7,30 пог. саж. и слѣдовательно средняя скорость, въ отверстіи моста, превыситъ допущенную въ расчетъ (0,88 саж.), при чемъ таковая опредѣлится изъ равенства: $v_1 = \frac{5{,}78}{0{,}9(7{,}30 \times 0{,}83)} = 1{,}06$ сажени, что въ свою очередь увеличиваетъ значеніе скорости по дну до $0{,}84 \times 7 = 5{,}88$ футъ, то на основаніи вышеприведеннаго расчета и данныхъ, отверстіе моста чрезъ р. Сухая-Полотемна утверждается ***въ восемь саженъ,*** *при условіи чтобы русло рѣки въ отверстіи моста, считая таковое между предѣлами очертанія конусовъ земляного полотна, было укрѣплено плетнями въ клѣтку, съ тщательнымъ заполненіемъ сихъ послѣднихъ, на толщину 0,15 сажени, камнемъ.*

Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Копія съ копіи.

На проектѣ моста написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію, Іюня 22 дня 1896 года, съ тѣмъ, чтобы:

1) Отверстіе моста, то-есть разстояніе между промежуточными опорами, было увеличено и пролетъ сей былъ перекрытъ 8-ми саженною фермою, взамѣнъ показанной на проектѣ 6-ти саженной;

2) Родъ основанія опоръ и глубина ихъ заложенія были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта, при чемъ въ случаѣ основанія опоръ сего моста непосредственно на грунтѣ, предѣльная глубина заложенія подошвы фундаментовъ опоръ, опредѣленная по формулѣ Паукера, была не менѣе:

для устоевъ: Раненбургскаго . . . . . 1,25 саж.
Павелецкаго . . . . . 1,75 саж.
для промежуточныхъ опоръ . . . . . 1,35 саж.
считая отъ отмѣтокъ заложенія подошвы цоколя опоръ, показанныхъ на проектѣ;

3) Каменная кладка опоръ моста, какъ по качеству своему, такъ и роду употребляемаго раствора, была строго согласована съ требованіями, указанными въ § 11 Техническихъ условій, утвержденныхъ для Раненбургъ-Павелецкой линіи;

4) Русло рѣки въ отверстіи моста, считая таковое между предѣлами очертанія конусовъ земляного полотна было укрѣплено плетнями въ клѣтку, съ тщательнымъ заполненіемъ сихъ послѣднихъ, на толщину 0,15 сажени камнемъ; и

5) На устояхъ моста были устроены перила.

Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

Къ утвержденному проекту моста чрезъ р. ***Мокрая-Полотемна.*** *— Іюня 22 дня 1896 года.*

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ ручей

МОКРАЯ-ПОЛОТЕМНА,

на 57 верстѣ

Раненбургъ - Павелецкой линіи.

На подлинномъ написано:

Къ докладу Департамента жел. дорогъ отъ 20 Мая 1896 года, № 907.

Подписалъ: За Директора Бѣлинскій.

Скрѣпилъ: За Дѣлопроизводителя Черняевскій.

Вѣрно: Помощ. Дѣлопроизводителя Яковлевъ.

Въ подлинномъ написано:

По указаніямъ Департамента желѣзныхъ дорогъ (въ предписаніи отъ 17 Іюня 1896 года), расходъ рѣки Мокрой-Полотемны, надлежитъ исчислить въ 4,75 куб. сажени. Такимъ образомъ, необходимая площадь въ отверстіи моста, при условіи допущенія скорости по дну въ 5 футъ, опредѣлится изъ равенства $W = \frac{4{,}75}{0{,}9 \times 0{,}88} = 6$ кв. сажень. При признанномъ мосту отверстіи (7,35 п. с.), имѣемъ площадь живого сѣченія подъ мостомъ $7{,}35 \times 0{,}53 = 3{,}9$ кв. саж.

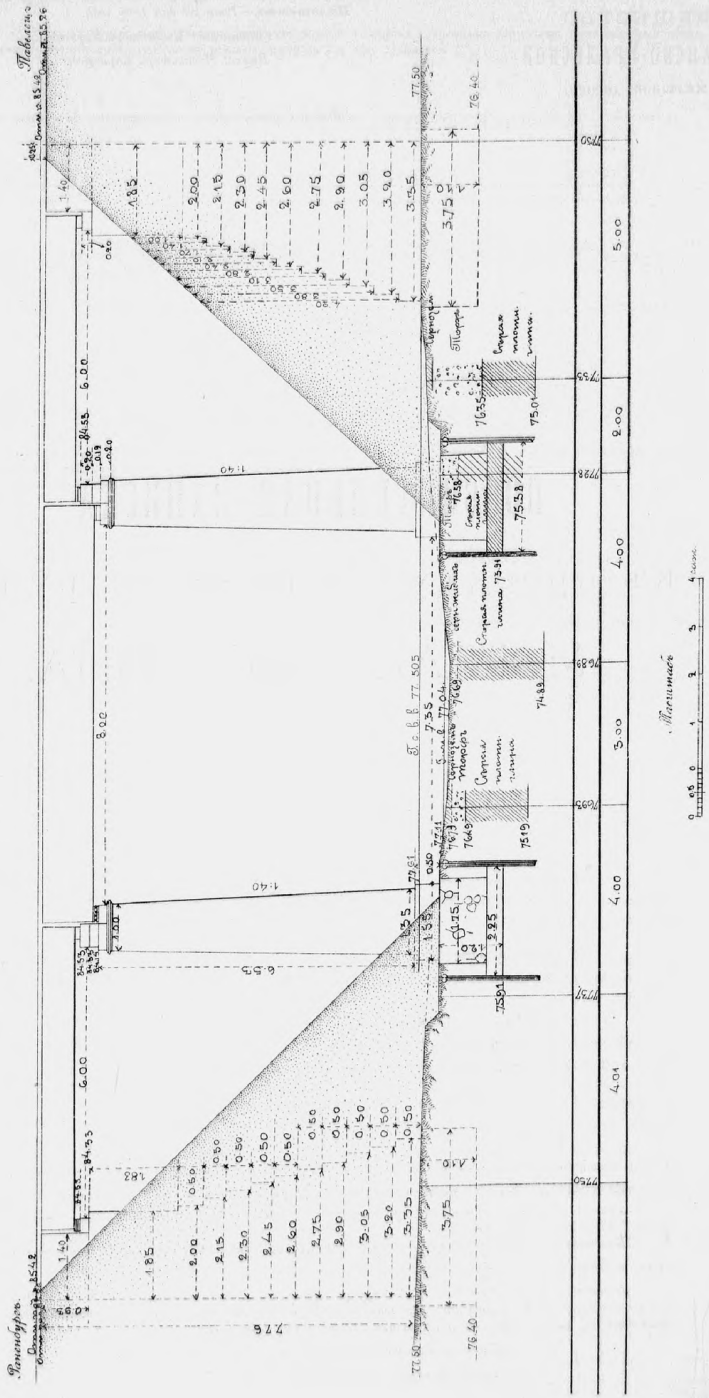
Недостающая площадь опредѣлится: $6 - 3{,}90 = 2{,}10$ кв. саж., что, при условіи равномѣрнаго размыва русла, вызоветъ его углубленіе на $\frac{2{,}10}{7{,}35} = 0{,}29$ саж.

Понижая (противъ проекта) отмѣтку заложенія подошвы цоколя опоръ на $77{,}11 - 76{,}49 = 0{,}62$ саж., при соотвѣтственномъ углубленіи фундаментовъ опоръ, очевидно, что возможный размывъ русла, никакой опасности для опоръ моста—не представитъ. Іюня 22 дня 1896 года.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. П. С. ФЕОКРИТОВА.



Общій видъ моста чрезъ ручей Мокрая-Полотемна,

на 57 верстѣ Раненбургъ-Павелецкой линіи.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ ручей **МОКРАЯ-ПОЛОТЕМНА,**

на 57 верстѣ

Раненбургъ-Павелецкой линіи.

Принятое отверстіе моста . . . . . 8,00 саж.

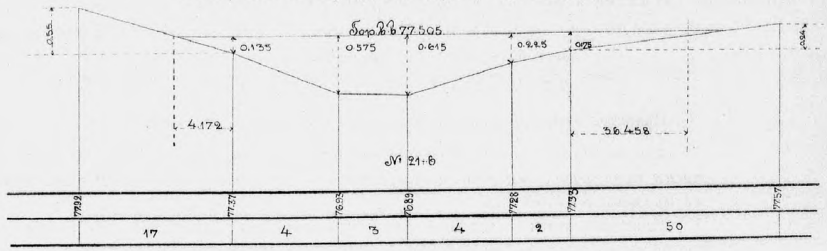
Площадь бассейна, полученная обходомъ на мѣстѣ . . . . . $\Omega =$ 21,12 кв. вер.

Длина бассейна . . . . . $S =$ 7,50 вер.

Средній уклонъ водотока или лога отъ водораздѣла до сооруженія . . . . . $i_0 = 0{,}00489$.

Уклонъ на 100 саж. выше и ниже сооруженія. . . . . $i = 0{,}00325$.

Поперечный профиль русла у сооруженія.



Наибольшій расходъ для даннаго живого источника по *Kostlin*'у:

$$Q = 1{,}875 \times \Omega \times L = 1{,}875 \times 21{,}12 \times \frac{0{,}188}{2} = 3{,}72 \text{ куб. саж.}$$

(L—коэффиціентъ, зависящій отъ длины и уклона бассейна i_0, согласно циркуляру М. П. С. $^{16}/_{VI}$ 1884 г. № 5767).

Подбирая, ощупью, при данныхъ бытовыхъ условіяхъ живого источника, горизонтъ притекающей воды, соотвѣтствующій найденному расходу, получимъ его при отмѣткѣ 77,505.

Дѣйствительно, площадь живого сѣченія:

$$\omega = \frac{4{,}172 \times 0{,}135}{2} + \frac{0{,}135 + 0{,}575}{2} \times 4 + \frac{0{,}575 + 0{,}615}{2} \times 3 + \frac{0{,}615 + 0{,}225}{2} \times 4 +$$

$$+ \frac{0{,}225 + 0{,}175}{2} \times 2 + \frac{36{,}458 \times 0{,}175}{2} = 8{,}757 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = \sqrt{4{,}172^2 + 0{,}135^2} + \sqrt{4^2 + 0{,}44^2} + \sqrt{3^2 + 0{,}04^2} + \sqrt{4^2 + 0{,}39^2} + \sqrt{2^2 + 0{,}05^2} +$$

$$+ \sqrt{36{,}458^2 + 0{,}172^2} = 53{,}672 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ: $R = \frac{\omega}{p} = \frac{8{,}757}{53{,}672} = 0{,}163$ саж.

И средняя скорость, для земляного ложа, по *Bazin*'у, $v = c\sqrt{Ri}$, гдѣ:

$$c = \frac{1}{\sqrt{0{,}0005974 + \frac{0{,}00035}{R}}} = \frac{1}{\sqrt{0{,}0005974 + \frac{0{,}00035}{0{,}163}}} = 19{,}09.$$

$$v = c\sqrt{Ri} = 19{,}09 \times \sqrt{0{,}163 \times 0{,}00325} = 0{,}44 \text{ саж.}$$

Тогда расходъ: $\omega \times v = 8{,}757 \times 0{,}44 = 3{,}85$ куб. саж.

Полученный расходъ весьма мало разнится отъ расхода, опредѣленнаго по *Köstlin*'у, а потому найденный горизонтъ притекающаго потока, соотвѣтствующій отмѣткѣ 77,505, можетъ быть принятъ за дѣйствительный.

Допуская далѣе, скорость по дну русла, стѣсненнаго сооруженіемъ, $W = 5$ фут. $= 0{,}714$ саж., при глинистомъ грунтѣ, будемъ имѣть среднюю скорость въ отверстіи сооруженія, по *Дюбуа и Прони*, $v_0 = 0{,}88$ саж., при чемъ v_0 будетъ больше $v = 0{,}44$ саж.; тогда высота, соотвѣтствующая скорости притекающей воды:

$$k = \frac{v^2}{2g} = \frac{0{,}1936}{9{,}20} = 0{,}021 \text{ саж.}$$

Подпоръ у сооруженія: $h = \dfrac{v_0^2 - v^2}{2g} = \dfrac{0{,}7744 - 0{,}1936}{9{,}20} = 0{,}063$ саж.

Наибольшая глубина потока по профилю, $a = 0{,}615$ саж.

Высота подпорнаго горизонта $H = a + h = 0{,}68$ саж. или отмѣтка его 77,57.

Отверстіе моста l опредѣлится изъ формулы неполнаго водослива:

$$l = \frac{Q}{\mu\sqrt{2g}\left\{{}^2/_3\left[(h+k)^{3/2} - k^{3/2}\right] + a(h+k)^{1/2}\right\}},$$

гдѣ: $\mu = 0{,}90$, $-2g = 9{,}20$ саж. Подставляя соотвѣтствующія значенія Q, h, k и a, получимъ:

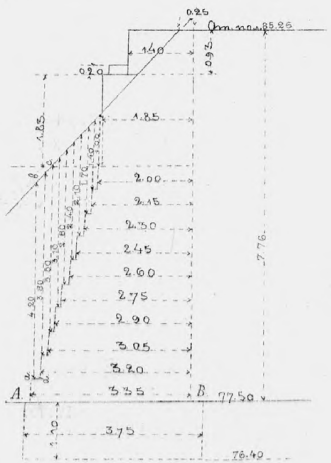
$$l = \frac{3{,}85}{2{,}73\left\{{}^2/_3\left[0{,}02443 - 0{,}00304\right] + 0{,}615 \times 0{,}2902\right\}} = 7{,}25 \text{ саж.}$$

Принятое отверстіе для обозначеній $l_1 = 8{,}00$ безъ укрѣпленія.

Для перекрытія ручья Мокрая-Полотемна *проектируется желѣзный мостъ съ тремя пролетами, изъ которыхъ средній пролетъ отверстіемъ 8,00 сож., крайніе же пролеты по 6,00 саж.*

Береговые устои закладываются безъ шпунтовыхъ огражденій, средніе же быки предположено заложить въ одиночныхъ шпунтовыхъ огражденіяхъ, на бетонѣ, на опредѣленной ниже глубинѣ.

Опредѣленіе глубины заложенія устоевъ и устойчивости ихъ противъ вращенія и скольженія.



Давленіе на фундаментъ устоя составится изъ:

1) $^1/_2$ вѣса подвижной нагрузки $\dfrac{6 \times 7 \times 143}{2} = \ldots\ldots\ldots$ 3003 пуд.

2) $^1/_2$ вѣса проѣзжей части $\dfrac{6 \times 7 \times 10}{2} = \ldots\ldots\ldots$ 210 „

3) $^1/_2$ вѣса фермы $\dfrac{770}{2} \ldots\ldots$ 385 „

4) вѣса устоя:

$$1300\{(3{,}35 + 3{,}20 + 3{,}05 + 2{,}90 + 2{,}75 + 2{,}60 + 2{,}45 + 2{,}30 + 2{,}15 + 2{,}00)\,0{,}50 + 1{,}85 \times 1{,}83 + 1{,}40 \times 0{,}93\}\,2{,}00 = 1300(26{,}75 \times 0{,}50 + 3{,}3855 + 1{,}302)2 = 1300 \times 36{,}125 = \ldots 46963 \text{ „}$$

Всего. . 50561 пуд.

Высота устоя, приведенная къ матеріалу кладки:

$$h = \frac{50561}{3{,}75 \times 2{,}20 \times 1300} = \frac{50561}{10725} = 4{,}72.$$

Если чрезъ x обозначимъ необходимую глубину заложенія, то вся высота опоры:

$$H = h + x.$$

Приведенная къ песку высота опоры:

$$H' = H\frac{1300}{1000} = (h + x)1{,}3.$$

По *Паукеру* глубина заложенія основанія:

$$x \geqq tg^4\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)(h + x)1{,}3;$$

гдѣ $\varphi = 38^0$ — уголъ естественнаго откоса плотно-глинистаго грунта, залегающаго на большую глубину у сооруженія:

$$tg^4\left(45^\circ - \frac{38^0}{2}\right) = 0{,}057.$$

Вставляя полученную величину въ предыдущее уравненіе и рѣшая его относительно x, будемъ имѣть:

$$x = 0{,}08h = 0{,}08 \times 4{,}72 = 0{,}38 \text{ саж.}$$

Принятая глубина заложенія по проекту 1,10 саж.

Коэффиціентъ устойчивости противъ выпиранія грунта:

$$m = \frac{1{,}10}{0{,}38} = 2{,}90.$$

Давленіе устоя на грунтъ составится изъ:

1) Давленія на фундаментъ устоя, по предыдущему . . . . . 50561 пуд.

2) Вѣса фундамента $3{,}75 \times 2{,}20 \times 1{,}10 \times 1300 =$ . . . . . 11798 „

Всего . . . . 62359 пуд.

Давленіе на 1 кв. дюймъ грунта:

$$\frac{62359}{3{,}75 \times 2{,}2 \times 7056} = \frac{62359}{58212} = 1{,}07 \text{ пуд. на кв. дюймъ,}$$

что вполнѣ допустимо для плотной глины.

Повѣрка устойчивости устоя.

Повѣрка устойчивости производится на вращеніе около ребра A и на скольженіе въ плоскости AB.

Площадь сѣченія устоя до плоскости AB:

$$\Omega_1 = (3{,}35 + 3{,}20 + 3{,}05 + 2{,}90 + 2{,}75 + 2{,}60 + 2{,}45 + 2{,}30 + 2{,}15 + 2{,}00) \times 0{,}50 + 1{,}85 \times 1{,}83 + 1{,}40 \times 0{,}93) = 18{,}07 \text{ кв. саж.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A.

$$S_1 = (3{,}35 \times 1{,}675 + 3{,}20 \times 1{,}75 + 3{,}05 \times 1{,}825 + 2{,}90 \times 1{,}90 + 2{,}75 \times 1{,}975 + 2{,}60 \times 2{,}05 + 2{,}45 \times 2{,}125 + 2{,}30 \times 2{,}20 + 2{,}15 \times 2{,}275 + 2{,}00 \times 2{,}35) \times 0{,}50 + 1{,}85 \times 1{,}83 \times 2{,}425 + 0{,}93 \times 1{,}40 \times 2{,}65 = 38{,}137 \text{ (саж.)}^3$$

Площадь земли, лежащей на обрѣзахъ устоя, (считаемъ трапеціи $abcd$ за прямоугольники):

$$\Omega_2 = 0{,}15(1{,}00 + 1{,}40 + 1{,}70 + 2{,}10 + 2{,}40 + 2{,}80 + 3{,}10 + 3{,}50 + 3{,}80 + 4{,}20) = 3{,}90 \text{ кв. с.}$$

Статическій моментъ этой земли:

$$S_2 = 0{,}15(4{,}20\times0{,}075+3{,}80\times0{,}225+3{,}50\times0{,}375+3{,}10\times0{,}525+2{,}80\times0{,}675+$$
$$+2{,}40\times0{,}825+2{,}10\times0{,}975+1{,}70\times1{,}125+1{,}40\times1{,}275+1{,}00\times1{,}425)=$$
$$=2{,}272\ (\text{саж.})^2.$$

Вѣсъ устоя на одну погонн. сажень:

$$P_1=\Omega\times1300=18{,}07\times1300=23491\ \text{пуд.}$$

Моментъ вѣса устоя:

$$M_1=S_1\triangle=38{,}137\times1300=49578{,}1\cong49578\ \text{пуд.-саж.}$$

Вѣсъ земли на одну погонн. сажень устоя:

$$P_2=\Omega_2\times1000=3{,}90\times1000=3900\ \text{пуд.}$$

Моментъ вѣса земли:

$$M_2=S_2\triangle=2{,}272\times1000=2272\ \text{пуд.-саж.}$$

Полный моментъ отъ вѣса устоя и земли будетъ:

$$M=M_1+M_2=49578+2272=51850\ \text{пуд.-саж.}$$

Отсюда плечо момента вѣса устоя и земли, лежащей на обрѣзахъ, относительно ребра A:

$$p=\frac{M}{P}=\frac{51850}{23491+3900}=1{,}892\ \text{саж.};$$

гдѣ $P=P_1+P_2=23491+3900=27391$ пуд.

Давленіе, передаваемое на одну опору отъ подвижной нагрузки и пролетной части по предыдущему $3003+210+385=3598$ пуд.

Отсюда на одну погонн. сажень:

$$P_3=\frac{3598}{2}=1799\ \text{пуд.}$$

Плечо момента, относительно ребра A, всѣхъ дѣйствующихъ въ устоѣ силъ:

$$p_A=\frac{M+P_3a}{P+P_3}=\frac{51850+1799\times1{,}414}{27391+1799}=1{,}863\ \text{саж.}$$

Распоръ земли на одну пог. саж., полагая временную нагрузку $v=0$, такъ какъ высота насыпи болѣе 3,50 саж., найдемъ по формулѣ (курсъ мостовъ *Николаи*):

$$E=\psi\gamma h^2;$$

гдѣ: $\psi={}^1/_2 tg^2\left(45^\circ-\frac{\alpha}{2}\right)=0{,}119;$

α—уголъ естественнаго откоса$=38^\circ$;

h—высота земли за устоемъ$=7{,}76$ саж.;

γ—вѣсъ куб. саж. земли$=1000$ пуд.

Слѣдовательно:

$$E=0{,}119\times1000\times7{,}76^2=7165{,}89\cong7166\ \text{пуд.}$$

Плечо этого распора относительно A:

$$e=\frac{h}{3}=\frac{7{,}76}{3}=2{,}59\ \text{саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_3=E\times e=7166\times2{,}59=18559{,}94\cong18560\ \text{пуд.-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости:

a) противъ вращенія:

$$m_1=\frac{M}{M_3}=\frac{51850}{18560}=2{,}79;$$

b) на скольженіе:

$$m_2=f\times\frac{P}{E}=0{,}7\times\frac{27391}{7166}=2{,}67;$$

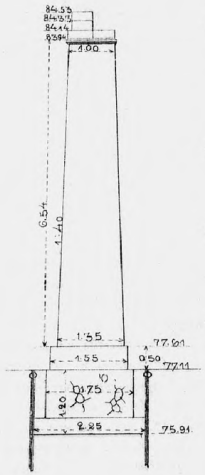
гдѣ $f=0{,}7$—коэффиціентъ тренія камня о камень.

Кромѣ того, для удовлетворенія условія прохожденія равнодѣйствующей R всѣхъ дѣйствующихъ въ устоѣ силъ чрезъ среднюю треть основанія необходимо, чтобы разстояніе этой равнодѣйствующей отъ ребра A было болѣе $\frac{AB}{3}=\frac{3{,}35}{3}=1{,}12$ саж.

Разстояніе это:

$$x=p_A-\frac{e\times E}{P_1+P_2}=1{,}863-\frac{2{,}59\times7166}{27391}=1{,}863-0{,}678=1{,}185>1{,}12.$$

Опредѣленіе глубины заложенія быка.



Давленіе на фундаментъ составится изъ:

1) Вѣса быка до обрѣза фундамента:

$$1300\left[\left(\frac{1{,}00\times2+1{,}35\times2{,}35}{2}\right)\times6{,}53+1{,}55\times2{,}55\times\right.$$
$$\left.\times0{,}50\right]=(16{,}89+1{,}98)\,1300=\ .\ .\ 24531\ \text{пуд.}$$

2) Вѣса подвижной нагрузки:

$$\frac{8\times7\times133}{2}+\frac{6\times7\times143}{2}=\ .\ .\ .\ .\ 6727\ \text{„}$$

3) Вѣса проѣзжей части:

$$\frac{8\times7\times10}{2}+\frac{6\times7\times10}{2}=\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ 490\ \text{„}$$

4) Вѣса фермъ $\frac{770}{2}+\frac{1173}{2}=\infty\ .\ .\ .\ .\ 971$ „

Всего . . . 32719 пуд.

Высота быка, приведенная къ матеріалу кладки:

$$h=\frac{32719}{1{,}75\times2{,}75\times1300}=5{,}23\ \text{саж.}$$

Обозначимъ чрезъ x необходимую глубину заложенія; вся высота опоры, приведенная къ матеріалу кладки, будетъ:

$$H=h+x.$$

Высота опоры, приведенная къ песку:

$$H'=H\frac{1300}{1000}=1{,}3(h+x).$$

По *Паукеру* $x\geqq tg^4\left(45^\circ-\frac{\varphi}{2}\right)1{,}3(h+x)$; при углѣ $\varphi=38^\circ$, естественнаго откоса плотной глины, $tg^4\left(45^\circ-\frac{38^\circ}{2}\right)=0{,}057$.

Откуда $x=0{,}08h=0{,}08\times5{,}23=0{,}42$ саж.

По проекту глубины заложенія быковъ приняты 1,20 саж. (до отм. 75,91).

Коэффиціентъ устойчивости:

$$\frac{1,20}{0,42}=2,85.$$

Вѣсъ фундамента, не принимая въ расчетъ обрѣзовъ бетоннаго слоя $=2,75\times1,75\times\times1,20\times1300=7508$ пуд.

Давленіе на грунтъ $=32719+7508=40227$ пуд.

Давленіе на 1 кв. дюймъ грунта:

$$\frac{40227}{2,75\times1,75\times7056}=\frac{40227}{33957}=1,18 \text{ пуд.},$$

что для глинистаго грунта вполнѣ допустимо.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Ендржеевскій.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію, Іюня 22 дня 1896 года, съ тѣмъ, чтобы:

1) Подошва цоколя промежуточныхъ опоръ моста была заложена на отмѣткѣ, соотвѣтствующей поверхности залеганія грунта „Плотная глина," расчитывая на возможность размыва русла, въ предѣлахъ залеганія верхняго слоя: чернозема и торфа;

2) Родъ основанія опоръ и глубина ихъ заложенія были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта, при чемъ въ случаѣ заложенія опоръ сего моста непосредственно на грунтѣ (плотной глинѣ), предѣльная глубина заложенія подошвы фундаментовъ опоръ, опредѣленная по формулѣ Паукера, была не менѣе:

для устоевъ . . . . . 1,35 саж.	*считая для устоевъ, отъ отмѣтки заложенія подошвы цоколя сихъ опоръ, показанной на проектѣ (77,50), а для промежуточныхъ опоръ, также отъ отмѣтки заложенія подошвы цоколя сихъ опоръ, но измѣненной противъ проекта согласно пункта 1-го настоящихъ условій утвержденія проекта.*
для промежуточныхъ опоръ . . 1,51 саж.	

3) Каменная кладка опоръ моста, какъ по качеству своему, такъ и роду употребляемаго раствора, была строго согласована съ требованіями, указанными въ § 11 Техническихъ условій, утвержденныхъ для Раненбургъ-Павелецкой линіи; и

4) На устояхъ моста были устроены перила.

Подписалъ: Инспекторъ Карновичъ.

На копіи написано:
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно:
И. д. Начальника Техническаго Отдѣла,
Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:
Къ утвержденному проекту моста чрезъ рѣку ***Ягодную-Рясу.*** *Іюня 22 дня 1896 года.*
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку

ЯГОДНУЮ-РЯСУ,

на 20 верстѣ

вѣтви на АСТАПОВО отъ ст. КОНЮШКИ

Раненбургъ-Павелецкой линіи.

На подлинномъ написано:
Къ докладу Департамента жел. дорогъ отъ 20 Мая 1896 года, № 907.
Подписалъ: За Директора Бѣлинскій.
Скрѣпилъ: За Дѣлопроизводителя Черняскій.
Вѣрно: Помощ. Дѣлопроизводителя Яковлевъ.

САРАТОВЪ ТИПО-ЛИТОГР. И. С. ФЕОКРИТОВА.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ЯГОДНУЮ-РЯСУ,

на 20 верстѣ

вѣтви на АСТАПОВО отъ ст. КОНЮШКИ

Раненбургъ-Павелецкой линіи.

I. Расчетъ отверстія.

Данныя для опредѣленія расхода слѣдующія:

1) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ, по указаніямъ мѣстныхъ старожиловъ . . . . . 64,98.

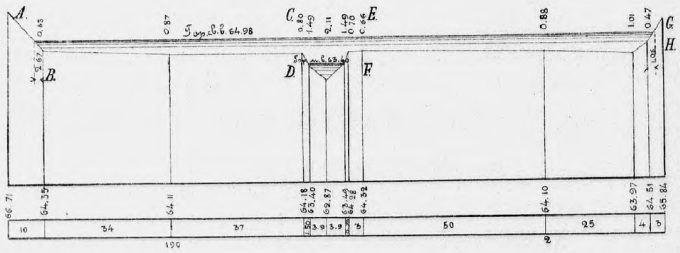
2) Горизонтъ меженнихъ водъ . . . . . 63,40.

3) Уклонъ водъ при меженнемъ горизонтѣ. . . . . $i = 0{,}00001$.

4) Площадь бассейна, опредѣленная по 10-ти верст. картѣ . . . . . $\omega = 322$ кв. вер.

Живое сѣченіе р. Ягодной-Рясы

по оси моста.



Главное русло.

Шир. по урѣзу 10,00 саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega = \frac{0{,}80+1{,}49}{2}\times 1{,}50 + \frac{1{,}49+2{,}11}{2}\times 3{,}90 + \frac{2{,}11+1{,}49}{3}\times 3{,}90 + \frac{1{,}49+0{,}70}{2}\times 0{,}70 = 16{,}524 \text{ кв. саж.}$$

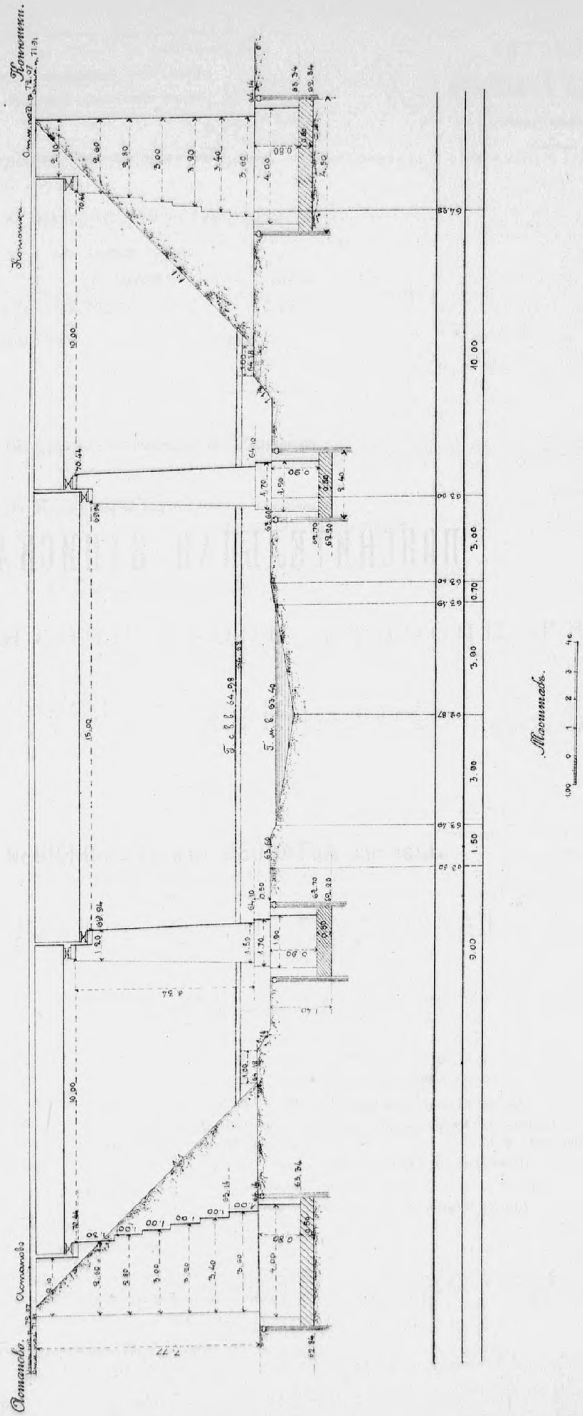
Подводный периметръ:

$$P = 0{,}80 + \sqrt{1{,}50^2+0{,}69^2} + \sqrt{3{,}90^2+0{,}62^2} + \sqrt{3{,}90^2+0{,}62^2} + \sqrt{0{,}70^2+0{,}79^2} + 0{,}70 = 12{,}07 \text{ пог. саж.}$$

Общій видъ моста чрезъ рѣку Ягодную-Рясу,

на 20 вер. вѣтви на Астапово отъ ст. Конюшки

Раненбургъ-Павелецкой линіи.



Средній радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{P}=\frac{16,524}{12,08}=1,367 \text{ саж.}=2,134\times1,367=2,92 \ mtr.$$

За неимѣніемъ наблюденныхъ скоростей среднюю скорость находимъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, полагая $n=0,025$:

$$v=c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00001}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00001}\right)\frac{0,025}{\sqrt{2,92}}}=60,51;$$

и $v=60,51\sqrt{2,92\times0,00001}=0,327 \ mtr.=\frac{0,327}{2,134}=0,153$ саж.

Расходъ по главному руслу:

$$Q=\Omega\times v=16,524\times0,153=2,53 \text{ куб. саж.}$$

Лѣвая пойма *A B C D.*

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=\frac{2,67\times0,63}{2}+\frac{0,63+0,87}{2}\times34+\frac{0,87+0,80}{2}\times37=57,24 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_1=\sqrt{2,67^2+0,63^2}+34+37+0,80=74,54 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{P_1}=\frac{57,24}{74,54}=0,768 \text{ саж.}=2,134\times0,768=1,64 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, полагая $n=0,030$ и $i=0,00001$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ:}$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00001}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00001}\right)\frac{0,03}{\sqrt{1,64}}}=40,86;$$

и $v_1=40,86\sqrt{1,64\times0,00001}=0,165 \ mtr.=\frac{0,165}{2,134}=0,08$ пог. саж.

Расходъ по лѣвой поймѣ:

$$Q_1=\Omega_1\times v_1=57,24\times0,08=4,58 \text{ куб. саж.}$$

Правая часть поймы *E F G H.*

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2=\frac{0,70+0,66}{2}\times3+\frac{0,66+0,88}{2}\times50+\frac{0,88+1,01}{2}\times25+\frac{1,01+0,47}{2}\times$$
$$\times4+\frac{0,47\times1,06}{2}=67,38 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_2=0,70+3+50+25+\sqrt{4^2+0,54^2}+\sqrt{1,06^2+0,47^2}=83,90 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{P_2}=\frac{67,38}{83,90}=0,803 \text{ саж.}=1,714 \ mtr.$$

Средняя скорость сѣченія по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при $n=0,03$ и $i=0,00001$:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2\times i}.$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,00001}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00001}\right)\frac{0,03}{\sqrt{1,714}}}=41,58;$$

и $v_2=41,58\sqrt{1,714\times0,00001}=0,166 \ mtr.=0,078$ саж.

Расходъ по правой поймѣ:

$$Q_2=\Omega_2\times v_2=67,38\times0,078\times5,26 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ полный расходъ р. Ягодной-Рясы:

$$Q=Q+Q_1+Q_2=2,53+4,58+5,26=12,37 \text{ куб. саж.}$$

Ниже моста на 2,5 версты находится мельничная плотина, которая и поднимаетъ горизонтъ по линіи перехода. 20-го Декабря 1895 г. плотина была прорвана, при чемъ горизонтъ по линіи перехода понизился на 0,30 саж., уклонъ-же водъ не подпертыхъ оказался $=0,0001367$.

Въ виду этого дѣлаемъ повѣрочный подсчетъ расхода, предполагая, что плотина прорвана, при чемъ горизонтъ высокихъ водъ будетъ не 64,98, а 64,68 и уклонъ естественный, т. е. 0,0001367.

При этихъ условіяхъ имѣемъ:

Площадь живого сѣченія для главнаго русла:

$$\Omega=\frac{0,50+1,19}{2}\times1,50+\frac{1,19+1,81}{2}\times3,90+\frac{1,81+1,19}{2}\times3,90+$$
$$+\frac{1,19+0,40}{2}\times0,70=13,53 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P=\sqrt{1,5^2+0,69^2}+\sqrt{3,9^2+0,62^2}+\sqrt{3,9^2+0,62^2}+\sqrt{0,7^2+0,79^2}+0,50+$$
$$+0,40=1,65+3,94+3,94+1,05+0,50+0,40=11,48 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R=\frac{\Omega}{P}=\frac{13,53}{11,48}=1,178 \text{ саж.}=2,51 \ mtr.$$

За неимѣніемъ наблюденныхъ скоростей, среднюю скорость находимъ по формулѣ *Ganguillet* и *Kutter*'а, полагая $n=0,025$, а $i=0,0001367$:

$$v=c\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ}$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,0001367}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,0001367}\right)\frac{0,025}{\sqrt{2,51}}}=48,21;$$

$$v=48,21\sqrt{2,51\times0,0001367}=0,893 \ mtr.=0,418 \text{ саж.}$$

Расходъ по главному руслу:

$$Q=\Omega\times v=13,53\times0,418=5,65 \text{ куб. саж.}$$

Пойма *A B C D.*

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_1=\frac{1,40\times0,33}{2}+\frac{0,33+0,57}{2}\times34+\frac{0,57+0,50}{2}\times37=0,26+15,30+19,80=$$
$$=35,36 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$P_1=\sqrt{1,4^2+0,33^2}+34+37+0,50=72,94 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_1=\frac{\Omega_1}{P_1}=\frac{35,36}{72,94}=0,485 \text{ саж.}=1,035 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, полагая $n=0,03$ и $i=0,0001367$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i}.$$

$$c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,0001367}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,0001367}\right)\frac{0,03}{\sqrt{1,035}}}=33,63;$$

$$v_1=33,63\sqrt{1,035\times0,0001367}=0,401 \ mtr.=0,189 \text{ саж.}$$

Расходъ этой части поймы:

$$Q_1=\Omega_1\times v_1=35,36\times0,189=6,68 \text{ куб. саж.}$$

Пойма *E F G H.*

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega_2=\frac{0,40+0,36}{2}\times3+\frac{0,36+0,58}{2}\times50+\frac{0,58+0,71}{2}\times25+\frac{0,71+0,17}{2}\times4+$$
$$+\frac{0,17\times0,38}{2}=1,14+23,50+16,13+1,76+0,03=42,53.$$

Подводный периметръ:

$$P_2=0,40+3,00+50,00+25,00+\sqrt{4^2+0,54^2}+\sqrt{0,17^2+0,38^2}=$$
$$=82,85 \text{ пог. саж.}$$

Средній гидравлическій радіусъ:

$$R_2=\frac{\Omega_2}{P_2}=\frac{42,53}{82,85}=0,513 \text{ саж.}=1,095 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet* и *Kutter*'у, при n 0,03 и $i=0,0001367$:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i}.$$

$$c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,0001367}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,0001367}\right)\frac{0,03}{\sqrt{1,095}}}=34,11;$$

$$v_2=34,11\sqrt{1,095\times0,0001367}=0,418 \ mtr.=0,197 \text{ саж.}$$

Расходъ этой части поймы:

$$Q_2=\Omega_2\times v_2=42,53\times0,197=8,38 \text{ куб. саж.}$$

Расходъ всей поймы:

$$Q''=Q_1+Q_2=6,68+8,38=15,06 \text{ куб. саж.}$$

Полный расходъ рѣки у моста:

$$Q=Q'+Q''=5,65+15,06=20,71 \text{ куб. саж.}$$

Для пропуска исчисленнаго расхода *проектируется желѣзный мостъ съ тремя пролетами*, изъ которыхъ средній пролетъ отв. въ 15 саж. для перекрытія главнаго русла, а по обѣ стороны 15 саж. пролета, во избѣжаніе длинныхъ устоевъ, дѣлаемъ 10 саж. пролеты съ входящими во внутрь пролета земляными конусами, для перекрытія части поймы.

Имѣющаяся площадь пропускного отверстія при наивысшемъ уровнѣ воды (64,68), за вычетомъ площадей, занимаемыхъ быками и откосами конусовъ:

$$\omega'=\tfrac{1}{2}[0,11\times0,24+(0,11+0,73)\times3,9+(0,73+0,11)\times3,90+0,11\times0,10]+$$
$$+22,32\times1,08+2\times\frac{(1,08+0,50)}{2}\times0,87+2\times1,00\times0,50+2\times$$
$$\times\frac{0,50\times0,50}{2}-1,70\times1,08\times2=26,56 \text{ кв. саж.}$$

Полезную площадь получимъ, вводя коэффиціентъ сжатія струи $\mu=0,95$:

$$\omega_{netto}=0,95\times26,56=25,23.$$

А такъ какъ расходъ при самыхъ высокихъ водахъ равняется 20,71 куб. саж., то средняя скорость подъ мостомъ получится:

$$v=\frac{20,71}{25,23}=0,821 \text{ саж.},$$

что соотвѣтствуетъ скорости по дну, по *Дюбуа*, — $\frac{0,821}{1,33}=0,62=4,33$ фут., что вполнѣ допустимо для глинистаго грунта, глубиною до 4,00 саж., изъ котораго состоитъ дно рѣки Ягодная-Ряса.

По даннымъ циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 11-го Ноября 1877 г. за № 11230 для площади бассейна, найденной по 10-ти верстной картѣ въ 322 кв. вер., необходимая площадь пропускного отверстія $=322\times0,05=16,10$ кв. саж., что значительно менѣе принятой въ проектѣ.

II. Расчетъ опоръ.

Береговые устои, равно и средніе быки предположено заложить въ одиночныхъ шпунтовыхъ огражденіяхъ на бетонѣ, на опредѣленной ниже глубинѣ.

Опредѣленіе глубины заложенія устоевъ и устойчивости ихъ противъ вращенія и скольженія.

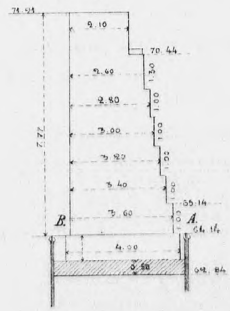
Необходимую глубину заложенія устоя находимъ по формулѣ *Паукера:*

$$x=h\,tg^4\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right),$$

гдѣ: φ — уголъ естественнаго откоса земли — 38^0;

h — высота песчаннаго столба, замѣняющаго собою сооруженіе.

Устой.



Давленіе на устой составляется изъ:

1) $\frac{1}{2}$ вѣса подвижной нагрузки:

$$\frac{10\times7\times125}{2}\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .=4375 \text{ пуд.}$$

2) $\frac{1}{2}$ вѣса проѣзжей части:

$$\frac{10\times7\times10}{2}\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .=350 \text{ „}$$

3) $\frac{1}{2}$ вѣса фермы $\frac{1658}{2}\ .\ .\ .\ .=829$ „

Всего . . . 5554 пуд.

Количество кладки до фундамента $[(3,60+3,40+3,20+3,00+2,80)\times 1,00+2,60\times 1,30+2,10\times 1,47)]\times 2,20=49,43$ куб. саж.

Объемъ фундамента $4\times 2,40x$.

Полный объемъ кладки устоя:

$$(4\times 2,40 \text{ саж.}+49,43) \text{ куб. саж.}$$

Давленіе на устой отъ вѣса фермы и временной нагрузки 5554 пуд.

Давленіе на нижнюю плоскость фундамента будетъ:

$$(49,43+4,00\times 2,40x)1300+5554 \text{ пуд.}$$

По формулѣ *Паукера* имѣемъ:

$$x=htg^4\left(45^\circ-\frac{\varphi}{2}\right), \text{ гдѣ при } \varphi=38^\circ$$

$$tg^4\left(45^\circ-\frac{\varphi}{2}\right)=0,057.$$

Высота h песчанаго столба, эквивалентная вѣсу устоя съ пролетною частью и временной нагрузкой:

$$\frac{(49,43+4,00\times 2,40x)1,3+5,554}{4,00\times 2,40}.$$

Теоретическая глубина заложенія:

$$x=\frac{(49,43+4,00\times 2,40x)1,3+5,554}{4,00\times 2,40}\times 0,057.$$

Опредѣляемъ глубину заложенія $x=0,45$. Принимая коэффиціентъ устойчивости $=2,75$, получаемъ глубину заложенія $1,24\backsim 1,30$ саж.

Давленіе устоя на грунтъ:

$$\frac{(49,43+9,6\times 1,3)1300+5554}{9,6\times 84^2}=1,27\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2},$$

что вполнѣ допустимо.

Повѣрка устойчивости устоя.

Повѣрка устойчивости производится на вращеніе около ребра A и на скольженіе въ плоскости AB.

Площадь сѣченія устоя до плоскости AB.

$$\Omega=3,60\times 1,00+3,40\times 1,00+3,20\times 1,00+3,00\times 1,00+2,80\times 1,00+$$
$$+2,60\times 1,30+2,10\times 1,47=3,60+3,40+3,20+3,00+2,80+3,38+$$
$$+3,087=22,467.$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A:

$$S=3,60\times 1,80+3,40\times 1,90+3,20\times 2,00+3,00\times 2,10+2,80\times 2,20+$$
$$+3,38\times 2,30+3,087\times 2,55=47,446 \text{ (саж.)}^3$$

Вѣсъ устоя на одну пог. саж.:

$$P=\Omega\times 1300=22,467\times 1300=29207 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса устоя:

$$M_1=S\triangle=47446\times 1300=61680 \text{ пуд.-саж.}$$

Отсюда плечо момента вѣса устоя относительно ребра A:

$$p=\frac{M_1}{P}=\frac{61680}{29207}=2,112 \text{ саж.}$$

Давленіе, передаваемое на одну опору отъ подвижной нагрузки и пролетной части по предыдущему:

$$4375+350+829=5554 \text{ пуд.}$$

Отсюда на одну пог. саж.

$$P_1=\frac{5554}{2,20}=2525 \text{ пуд.}$$

Плечо момента относительно всѣхъ дѣйствующихъ въ устоѣ силъ:

$$p_A=\frac{M_1+P_{1a}}{P+P_1}=\frac{61680+2525\times 1,285}{29207+2525}=\frac{64925}{31732}=2,05 \text{ саж.}$$

Распоръ земли на одну пог. саж., полагая временную нагрузку $v=0$, такъ какъ высота насыпи болѣе 3,50 саж., найдемъ по формулѣ (Курсъ мостовъ *Николаи*):

$$E=\Psi\gamma h^2;$$

гдѣ: $\Psi={}^1/_2 tg^2\left(45-\frac{\alpha}{2}\right)=0,119;$

α—уголъ естественнаго откоса $=38^\circ$;

h—высота земли за устоемъ $=7,77$ саж.;

γ—вѣсъ куб. саж. земли 1000 пуд.

Слѣдовательно:

$$E=0,119\times 1000\times 7,77^2=7184 \text{ пуд.}$$

Плечо этого распора относительно A:

$$e=\frac{h}{3}=\frac{7,77}{3}=2,59 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2=E\times e=7184\times 2,59=18607 \text{ пуд.-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости:

a) противъ вращенія:

$$m_1=\frac{M_1}{M_2}=\frac{61680}{18607}=3,32;$$

b) на скольженіе:

$$m_2=f\times\frac{P}{E}=0,7\times\frac{29207}{7184}=2,84,$$

гдѣ: $f=0,7$—коэффиціентъ тренія камня.

Кромѣ того, для удовлетворенія условія прохожденія равнодѣйствующей R всѣхъ дѣйствующихъ въ устоѣ силъ чрезъ среднюю треть основанія, необходимо, чтобы разстояніе x этой равнодѣйствующей отъ ребра A было болѣе $\frac{AB}{3}=\frac{3,60}{3}=1,20$ саж.

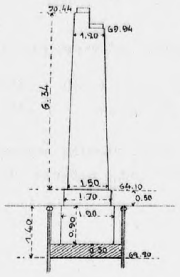
Разстояніе это:

$$x = p_A - \frac{e \times E}{P} = 2{,}05 - 2{,}59 \times \frac{7184}{29207} = 2{,}05 - 0{,}637 = 1{,}413 > 1{,}20.$$

Слѣдовательно, условіе прохожденія равнодѣйствующей чрезъ среднюю треть основанія соблюдено.

Опредѣленіе глубины заложенія быка.

Б ы к ъ.



Давленіе на быкъ составится изъ:

Вѣса подвижной нагрузки:

$$\frac{15 \times 7 \times 115}{2} + \frac{10 \times 7 \times 125}{2} \quad . \; . \; . \; . \quad 10413 \text{ пуд.}$$

Вѣса проѣзжей части:

$$\frac{15 \times 7 \times 10}{2} + \frac{10 \times 7 \times 10}{2} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 875 \text{ „}$$

Вѣса фермы:

$$\frac{3164}{2} + \frac{1658}{2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 2411 \text{ „}$$

Всего. . . . 13699 пуд.

Необходимая глубина заложенія, обезпечивающая сооруженіе отъ выпиранія грунта, по *Паукеру*, $x = htg^4\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$, гдѣ φ—уголъ естественнаго откоса земли $= 38^\circ$.

Количество кладки до фундамента:

$$\left\{1{,}70 \times 2{,}70 \times 0{,}50 + \left(\frac{1{,}50 \times 2{,}50 + 1{,}20 \times 2{,}20}{2}\right) 6{,}34\right\} = 24{,}6 \text{ куб. саж.}$$

Объемъ кладки фундамента $1{,}90 \times 2{,}90x$.

Полный объемъ кладки $(24{,}6 + 1{,}90 \times 2{,}90x)$ куб. саж.

Давленіе на быкъ отъ проѣзжей части, временной нагрузки и фермы 13699 пуд.

Давленіе на нижнюю плоскость фундамента будетъ:

$$(24{,}6 + 5{,}51x)1300 + 13699 \text{ пуд.}$$

По формулѣ *Паукера*—имѣемъ:

$$x = htg^4\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right), \text{ гдѣ } \varphi = 38^\circ;$$

$$tg^4\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = 0{,}057.$$

Высота h песчанаго столба, эквивалентная вѣсу быка, временной нагрузки и пролетной части:

$$\frac{(24{,}6 + 5{,}51x) \times 1{,}3 + 13{,}699}{5{,}51} \text{ саж.}$$

Теоретическая глубина заложенія будетъ:

$$x = \frac{(24{,}6 + 5{,}51x)1{,}3 + 13{,}699}{5{,}51} \times 0{,}057 \text{ саж.}$$

Опредѣлимъ глубину x изъ этого уравненія:

$$x = 0{,}51 \text{ саж.}$$

Принимая коэффиціентъ устойчивости $= 2{,}75$, получаемъ глубину заложенія въ 1,40 саж. отъ поверхности горизонта.

Давленіе на грунтъ:

$$\frac{(24{,}6 + 5{,}51 \times 1{,}4) \times 1{,}300 + 13{,}699}{5{,}51 \times 84^2} = 1{,}43 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}.$$

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Ендржеевскій.*

Копія съ копіи.

На проектѣ моста написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію, Іюня 22 дня 1896 года, съ тѣмъ, чтобы:

1) Родъ основанія опоръ и глубина ихъ заложенія были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта, при чемъ въ случаѣ основанія опоръ сего моста непосредственно на грунтѣ (плотной глинѣ), предѣльная глубина заложенія подошвы фундаментовъ опоръ, опредѣленная по формулѣ Паукера, была не менѣе:

для устоевъ . . . . . 1,60 саж.
для промежуточныхъ опоръ . . . . . 2,00 саж.
} считая отъ отмѣтокъ заложенія подошвы цоколя опоръ, показанныхъ на проектѣ;

2) Каменная кладка опоръ моста, какъ по качеству своему, такъ и роду употребляемаго раствора, была строго согласована съ требованіями, указанными въ § 11 Техническихъ условій, утвержденныхъ для Раненбургъ-Павелецкой линіи; и

3) На устояхъ моста были устроены перила.

Подписалъ: Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно:

Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

На подлинномъ написано:
Къ утвержденному чертежу распредѣленія свай (діаметромъ 8 вершковъ) подъ основанія опоръ моста чрезъ р. Ягодная-Рясы. Іюня 7 дня 1896 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Дополненіе.

Опредѣленіе числа свай, необходимыхъ для уплотненія грунта въ основаніяхъ опоръ моста чрезъ р. Ягодную-Рясу.

Быкъ. Давленіе на грунтъ составляется изъ:

1) Временной нагрузки, вѣса проѣзжей части и фермы . . . . . 13699 пуд.
2) Вѣса быка до фундамента: $24{,}6 \times 1300$ . . . . . 31980 „
3) Вѣса фундамента: $4{,}96 \times 1300$. . . . . 6448 „
4) Вѣса бетона: $4{,}08 \times 1300$. . . . . 5304 „
5) Вѣса земли, давящей на слой бетонъ: $2{,}38 \times 1000$ . . . . . 2380 „

Всего. . . . 59811 пуд.

Допуская давленіе на кв. дюймъ сваи въ 11,54 пуд., что соотвѣтствуетъ 1000 пуд. на 6 вер. сваю, находимъ полное допускаемое давленіе на одну 8 верш. сваю (18 вер. = 14″):

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi 14^2}{4} = 154 \text{ кв. дюйм.}$$

$$154 \times 11{,}54 = 1777 \text{ пуд.} \backsim 1770 \text{ пуд.}$$

Подъ основаніе быка необходимо будетъ забить $\frac{59811}{1770} = 33{,}80$ свай; принято 41 свая.

Устой. Давленіе на грунтъ составляется изъ:

1) Временной нагрузки, вѣса фермы и проѣзжей части . . . . . 5554 пуд.
2) Вѣса устоя до фундамента: $49{,}43 \times 1300$ . . . . . 64259 „
3) Вѣса фундамента до бетоннаго слоя: $7{,}68 \times 1300$ . . . . . 9984 „
4) Вѣса бетона: $6{,}525 \times 1300$. . . . . 8483 „
5) Вѣса земли, давящей на обрѣзы фундамента устоя и бетона: $32{,}00 \times 1000$. . 32000 „

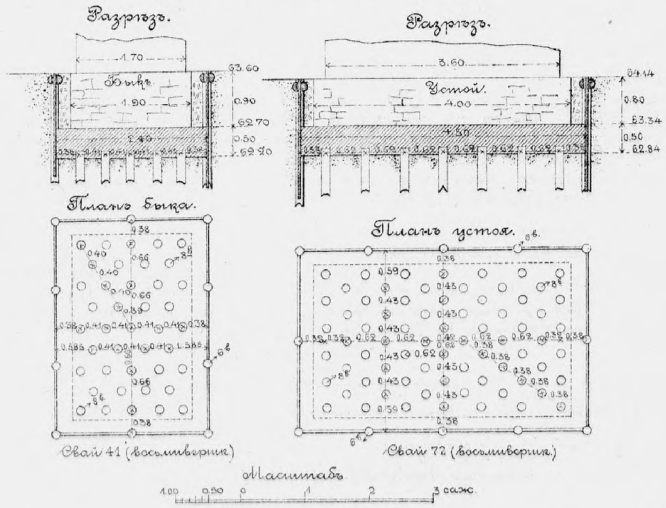
Всего . . . 120280 пуд.

Подъ основаніе устоя необходимо забить свай $\frac{120280}{1770} = 68$; принято 72 сваи.

Главный Инженеръ *А. Юговичъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Распредѣленіе свай въ основаніяхъ опоръ моста.



На подлинномъ написано:
Посланное на семъ чертежѣ распредѣленіе свай (діаметромъ 8 вершковъ), подъ основанія опоръ моста чрезъ р. Ягодная-Рясы — одобрено къ исполненію. 7 Іюня 1896 г. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ. Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Главный Инженеръ *А. Юговичъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Къ утвержденному по докладу Д-та жел. дор. отъ 30 Декабря 1897 г. за № 2654 проекту.
(Текстъ утвержденія см. внизу).

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ДОНЪ

на 2 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

Копія съ копіи.

На проектѣ моста написано:

На подлинномъ написано:

Расчетъ отверстія и проектъ устоевъ моста чрезъ р. Донъ, пересѣкаемую Данковъ-Смоленской линіею, на 2 верстѣ, считая отъ Данкова, утвержденъ по докладу Д-та ж. д. отъ 30 Декабря 1897 г. № 2654 съ тѣмъ, чтобы:

1) нижніе обрѣзы фундаментовъ быковъ и устоевъ не выступали наружу основной массы таковыхъ болѣе 0,10 саж. съ каждой стороны и были сдѣланы, для сохраненія принятыхъ размѣровъ подошвы быковъ и устоевъ наклонными;

2) глубина забивки свай, а равно способы укрѣпленія опоръ, русла рѣки, береговъ и откосовъ полотна каменною одеждою были приняты по соглашенію съ Инспекціею;

3) на Инспекцію же возложены были опредѣленіе направленія, длины и поперечнаго сѣченія струенаправляющихъ дамбъ у опоръ моста, если на основаніи дальнѣйшихъ наблюденій быта рѣки, устройство ихъ будетъ признано необходимымъ.

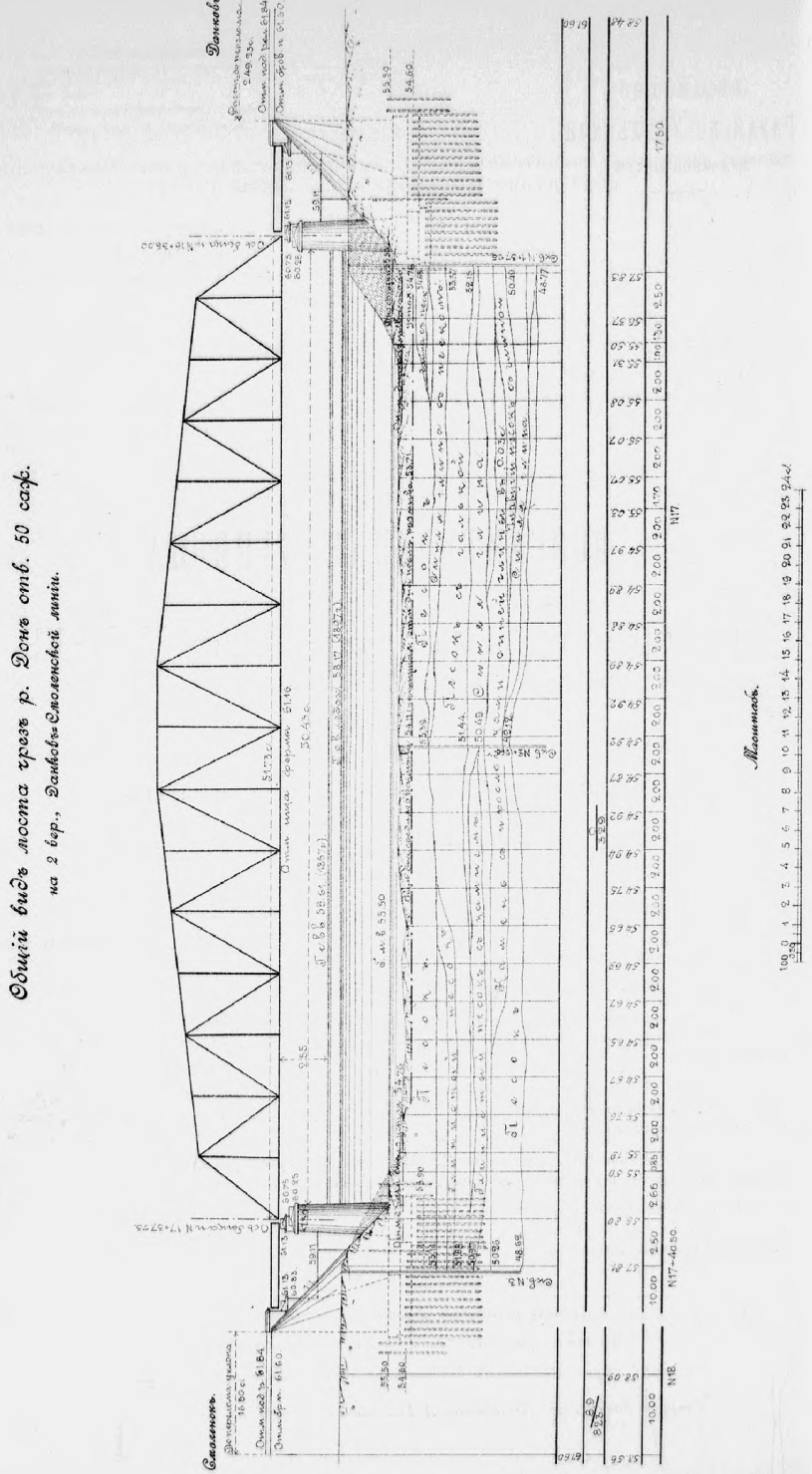
За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Деминъ.

На копіи написано: Вѣрно: Дѣлопроизводитель Деминъ.

Съ копіей вѣрно: Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку **ДОНЪ**, отверстіемъ 50 саж., въ одинъ пролетъ, съ ѣздою по низу,

на 2 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

I. Опредѣленіе отверстія моста.

Величина бассейна по 10-ти верстной картѣ 4270 кв. саж.

Горизонтъ наибольшихъ водъ 1857 года, по показаніямъ мѣстныхъ жителей—58,61.

Наблюденный наивысшій горизонтъ высокихъ водъ 1897 года и ледохода—58,17.

Скорости на поверхности, по измѣренію поплавками весною 1897 года, оказались слѣдующія

22 Марта во время ледохода при горизонтѣ 58,17 . . . . . 0,513 саж.=3,69′.

24 „ при горизонтѣ 58,17 . . . . . 0,741 саж.=5,19′.

25 „ „ „ 57,43 . . . . . 0,784 саж.=5,488′.

26 „ „ „ 57,15 . . . . . 0,784 саж.=5,488′.

27 „ „ „ 56,61 . . . . . 0,667 саж.=4,669′.

Горизонтъ меженнихъ водъ, подпертыхъ мельничною плотиною, которая находится въ 68,90 саж. ниже перехода—55,50.

Горизонтъ самыхъ низкихъ водъ, неподпертыхъ плотиною—55,00.

Уклонъ поверхности высокихъ водъ не былъ опредѣленъ, уклонъ же меженнихъ водъ ниже плотины=0,0002.

Мельничная плотина сдѣлана изъ каменной наброски, расщебененной навозомъ. По серединѣ плотины сдѣлано отверстіе въ 3,00 саж. со съемными щитами. Передъ проходомъ весенней воды поверхъ плотины укладывается слой бутоваго камня въ 0,50 саж. и вода идетъ черезъ плотину. Водослива или шлюзовъ, пропускающихъ весеннюю воду, не имѣется.

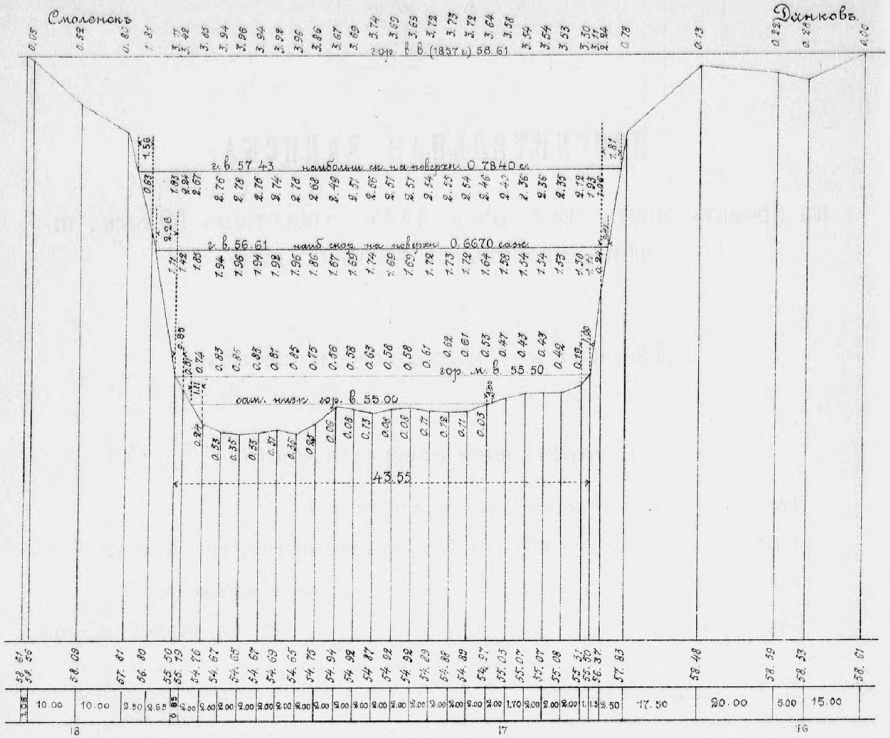
По роду устройства плотины нельзя ее считать устойчивой на продолжительное время, но при незначительной высотѣ ея и подпорѣ въ 0,70 саж. прорывъ плотины, расположенной ниже моста, не можетъ имѣть вредныхъ послѣдствій для устойчивости моста.

Опредѣлимъ расходъ высокихъ водъ въ живомъ сѣченіи по оси моста по формулѣ *Баумгартена*.

(См. Курсъ внутреннихъ водяныхъ сообщеній *Ѳ. Г. Зброжека*. Выпускъ № 1, стр. 11 и 12).

Живое сѣченіе

рѣки Дона на 2 верстѣ пик. № 17.



Для повѣрки формулы Баумгартена вычислимъ расходы при горизонтахъ, отмѣтки которыхъ 57,43 и 56,61, по наблюденнымъ наибольшимъ скоростямъ на поверхности и по скоростямъ, вычисленнымъ по формулѣ Баумгартена, и сравнимъ результаты между собою.

При горизонтѣ 57,43.

Площадь живого сѣченія $\omega_1 = \frac{1,56 \times 0,63}{2} + \frac{0,63+1,93}{2} \times 2,65 + \frac{1,93+2,24}{2} \times 0,85 +$

$+ \Big(1,12+2,67+2,76+2,78+2,76+2,74+2,78+2,68+2,49+2,51+2,56+2,51+2,51+$

$+2,54+2,55+2,54+2,46+1,20\Big) \times 2 + \frac{2,40+2,36}{2} \times 1,70 + (1,18+2,36+2,35+1,06) \times 2 +$

$+ \frac{2,12+1,93}{2} \times 1 + \frac{1,93+1,06}{2} \times 1,30 + \frac{1,06 \times 1,81}{2} = 116,8495$ кв. саж.

Подводный периметръ:

$$p_1 = \sqrt{1,56^2+0,63^2} + \sqrt{2,65^2+1,30^2} + \sqrt{0,85^2+0,31^2} + \sqrt{4+0,43^2} + \sqrt{4+0,09^2} +$$
$$+ \sqrt{4+0,02^2} + \sqrt{4+0,02^2} + \sqrt{4+0,02^2} + \sqrt{4+0,04^2} + \sqrt{4+0,10^2} +$$
$$+ \sqrt{4+0,19^2} + \sqrt{4+0,02^2} + \sqrt{4+0,05^2} + \sqrt{4+0,05^2} + 2 + \sqrt{4+0,03^2} +$$
$$+ \sqrt{4+0,01^2} + \sqrt{4+0,01^2} + \sqrt{4+0,08^2} + \sqrt{4+0,06^2} + \sqrt{1,70^2+0,04^2} +$$
$$+ 2 + \sqrt{4+0,01^2} + \sqrt{4+0,23^2} + \sqrt{1+0,19^2} + \sqrt{1,3^2+0,87^2} +$$
$$+ \sqrt{1,06^2+1,81^2} = 51,988 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_1 = \frac{116,8495}{51,988} = 2,247 \text{ саж.} = 4,794 \text{ метр.}$$

Наибольшая скорость, наблюденная на поверхности:

$$v_1 = 0,784 \text{ саж.}$$

Средняя скорость всего сѣченія по таблицамъ *Базена*:

$$v = 0,79 \quad v_1 = 0,79 \times 0,784 = 0,619 \text{ саж.}$$

Наблюденный расходъ воды при горизонтѣ 57,43:

$$Q_1 = 116,8495 \times 0,619 = 72,33 \text{ куб. саж.}$$

Вычислимъ расходъ при томъ же горизонтѣ 57,43 по формулѣ *Баумгартена*.

Площадь живого сѣченія по оси будущаго моста при наинизшемъ горизонтѣ, отмѣтка котораго 55,00, равна:

$$\omega = \frac{0,24 \times 1,11}{2} + \Big(\frac{0,24}{2} + 0,33+0,35+0,33+0,31+0,35+0,25+0,06+0,08+0,13+$$
$$+0,08+0,08+0,11+0,12+0,11+\frac{0,03}{2}\Big) \times 2 + \frac{0,03}{2} \times 1 = 5,7982 \text{ кв. саж.}$$

Средняя глубина живого сѣченія при горизонтѣ 55,00 равна:

$$h_0 = \frac{5,7982}{32,11} = 0,181 \text{ саж.}$$

Отмѣтка средняго дна живого сѣченія по оси будущаго моста опредѣлится:

$$55,00 - h_0 = 55,00 - 0,181 = 54,819.$$

Расходъ воды по формулѣ *Баумгартена* равенъ:

$$Q_1' = 125 h^{3/2} \sqrt{0,003h^3 - 0,044h^2 + 0,201h - 0,094} \text{ (въ метрахъ),}$$

гдѣ глубина надъ среднимъ дномъ

$$h = 57,43 - 54,819 = 2,611 \text{ саж.} = 5,571 \text{ метр.}$$

$$Q_1' = 125 \times 5,571^{3/2} \sqrt{0,003 \times 5,571^3 - 0,044 \times 5,571^2 + 0,201 \times 5,571 - 0,094} = 695,266 \text{ куб. } metr = 71,61 \text{ куб. саж.}$$

Расходъ воды $Q_1' = 71,61$, вычисленный по *Баумгартену*, очень близко подошелъ къ расходу $Q_1 = 72,33$ куб. саж., вычисленному по непосредственно наблюденной скорости.

При горизонтѣ воды 56,61.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_2 = \frac{1,11 \times 2,26}{2} + \frac{1,11+1,42}{2} \times 0,85 + \Big(\frac{1,42}{2} + 1,85 + 1,94 + 1,96 + 1,94 + 1,92 + 1,96 +$$
$$+1,86+1,67+1,69+1,74+1,69+1,69+1,72+1,73+1,72+1,64+\frac{1,58}{2}\Big) \times 2 + 1,56 \times$$
$$\times 1,70 + \Big(\frac{1,54}{2} + 1,54 + 1,53 + \frac{1,30}{2}\Big) \times 2 + \frac{1,30+1,11}{2} \times 1 + \frac{1,11+0,24}{2} \times 1,30 +$$
$$+ \frac{0,24 \times 0,41}{2} = 76,733 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2 = \sqrt{2,26^2+1,11^2} + \sqrt{0,85^2+0,31^2} + \sqrt{4+0,43^2} + \sqrt{4+0,09^2} + 5 + \sqrt{4+0,02^2} +$$
$$+ \sqrt{4+0,04^2} + \sqrt{4+0,01^2} + \sqrt{4+0,19^2} + \sqrt{4+0,05^2} + 2 + \sqrt{4+0,03^2} + 3 +$$
$$+ \sqrt{4+0,01^2} + \sqrt{4+0,08^2} + \sqrt{4+0,06^2} + \sqrt{1,7^2+0,04^2} + 2 + \sqrt{4+0,23^2} +$$
$$+ \sqrt{1+0,19^2} + \sqrt{1,3^2+0,87^2} + \sqrt{0,41^2+0,24^2} = 48,257 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{76,733}{48,257} = 1,59 \text{ саж.} = 3,392 \text{ метр.}$$

Наибольшая скорость на поверхности, наблюденная 27 Марта $v_1 = 0{,}667$ саж.

Средняя скорость всего живого сѣченія по таблицамъ *Базена*:

$$v = 0{,}667 \times 0{,}7839 = 0{,}523 \text{ саж.}$$

Расходъ воды, вычисленный по наблюденной скорости при горизонтѣ 56,61, равенъ:

$$Q_2 = 76{,}733 \times 0{,}523 = 40{,}13 \text{ куб. саж.}$$

По формулѣ *Баумгартена* расходъ при томъ же горизонтѣ:

$$Q_2' = 125 h^{3/2} \sqrt{0{,}003 h^3 - 0{,}044 h^2 + 0{,}201 h - 0{,}094},$$

гдѣ:

$$h = 56{,}61 - 54{,}819 = 1{,}791 \text{ саж.} = 3{,}821 \text{ метр.}$$

$$Q_2' = 125 \times 3{,}821^{3/2} \sqrt{0{,}003 \times 3{,}821^3 - 0{,}044 \times 3{,}821^2 + 0{,}201 \times 3{,}821 - 0{,}094} =$$

$= 416{,}40$ куб. метр. $= 42{,}89$ куб. саж., который больше наблюденнаго расхода въ 40,13 куб. саж.

Такъ какъ расходы воды, вычисленные по формулѣ *Баумгартена*, очень близко подошли къ наблюденнымъ при вышеозначенныхъ горизонтахъ 57,43 и 56,61, то можно съ увѣренностью примѣнить формулу *Баумгартена* для вычисленія расхода самыхъ высокихъ водъ, отмѣтка которыхъ по указаніямъ мѣстныхъ старожиловъ опредѣлена 58,61.

При горизонтѣ 58,61 наибольшій расходъ по формулѣ Баумгартена:

$$max\,Q = 124 h^{3/2} \sqrt{0{,}003 h^3 - 0{,}044 h^2 + 0{,}0201 h - 0{,}094},$$

гдѣ:

$$h = 58{,}61 - 54{,}819 = 3{,}791 \text{ саж.} = 8{,}088 \text{ метр.}$$

$$max\,Q = 125 \times 8{,}088^{3/2} \sqrt{0{,}003 \times 8{,}088^3 - 0{,}044 \times 8{,}088^2 + 0{,}201 \times 8{,}088 - 0{,}094} =$$

$= 1400{,}58$ куб. саж. $= 144{,}26$ куб. саж.

Площадь живого сѣченія при горизонтѣ 58,61 равна:

$$\omega = \frac{0{,}05 \times 1{,}06}{2} + \left(\frac{0{,}05}{2} + 0{,}52 + \frac{0{,}80}{2}\right) \times 0{,}10 + \frac{0{,}80 + 1{,}81}{2} \times 2{,}50 + \frac{1{,}81 + 3{,}11}{2} \times$$

$$\times 2{,}65 + \frac{3{,}11 + 3{,}42}{2} \times 0{,}85 + \left(\frac{3{,}42}{2} + 3{,}85 + 3{,}94 + 3{,}96 + 3{,}94 + 3{,}92 + 3{,}96 +\right.$$

$$\left. + 3{,}86 + 3{,}67 + 3{,}69 + 3{,}74 + 3{,}69 + 3{,}69 + 3{,}72 + 3{,}73 + 3{,}72 + 3{,}64 + \frac{3{,}58}{2}\right) \times 2 +$$

$$+ \frac{3{,}58 + 3{,}54}{2} \times 1{,}70 + \left(\frac{3{,}54}{2} + 3{,}54 + 3{,}53 + \frac{3{,}30}{2}\right) \times 2 + \frac{3{,}30 + 3{,}11}{2} \times 1 +$$

$$+ \frac{3{,}11 + 2{,}24}{1} \times 1{,}30 + \frac{2{,}24 + 0{,}78}{2} \times 2{,}50 + \frac{0{,}78 + 0{,}13}{2} \times 17{,}50 + \frac{0{,}13 + 0{,}22}{2} \times$$

$$\times 20{,}00 + \frac{0{,}22 + 0{,}28}{2} \times 5 + \frac{0{,}28 \times 15}{2} = 202{,}57 \text{ кв. саж.}$$

Средняя скорость живого сѣченія по оси линіи:

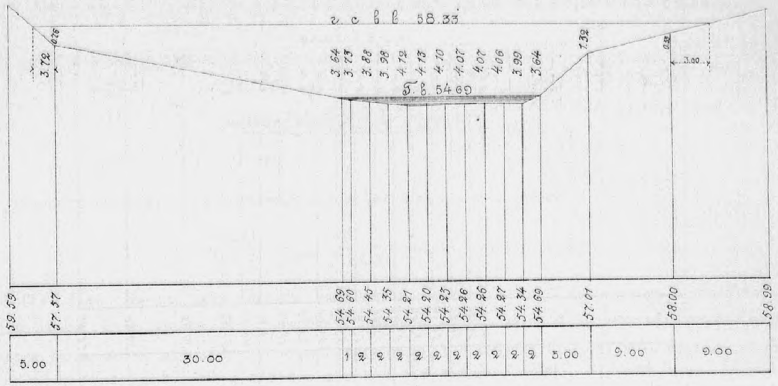
$$v = \frac{max\,Q}{\omega} = \frac{144{,}26}{202{,}57} = 0{,}712 \text{ саж.}$$

Для повѣрки наибольшаго расхода $maxQ$ вычислимъ расходы при самомъ высокомъ горизонтѣ въ двухъ живыхъ сѣченіяхъ, находящихся 100 и 200 саж. ниже плотины.

Живое сѣченіе

рѣки Дона 100 саж. ниже плотины

(170 саж. ниже оси линіи).



Площадь живого сѣченія:

$$\omega = \frac{0{,}76 \times 3{,}72}{2} + \frac{0{,}76 + 3{,}64}{2} \times 30 + \frac{3{,}64 + 3{,}73}{2} \times 1 + \left(\frac{3{,}73}{2} + 3{,}88 + 3{,}98 + 4{,}12 +\right.$$

$$\left. + 4{,}13 + 4{,}10 + 4{,}07 + 4{,}07 + 4{,}06 + 3{,}99 + \frac{3{,}64}{2}\right) \times 2 + \frac{3{,}64 + 1{,}32}{2} \times 5 +$$

$$+ \frac{1{,}32 + 0{,}33}{2} \times 9 + \frac{0{,}33 \times 3}{2} = 171{,}588 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = \sqrt{3{,}72^2 + 0{,}76^2} + \sqrt{30^2 + 2{,}88^2} + \sqrt{1 + 0{,}09^2} + \sqrt{4 + 0{,}15^2} + \sqrt{4 + 0{,}10^2} +$$

$$+ \sqrt{4 + 0{,}14^2} + \sqrt{4 + 0{,}01^2} + \sqrt{4 + 0{,}03^2} + \sqrt{4 + 0{,}03^2} + 2 + \sqrt{4 + 0{,}01^2} +$$

$$+ \sqrt{4 + 0{,}07^2} + \sqrt{4 + 0{,}35^2} + \sqrt{25 + 2{,}32^2} + \sqrt{81 + 0{,}99^2} + \sqrt{9 + 0{,}33^2} =$$

$= 72{,}537$ саж.

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{171{,}588}{72{,}537} = 2{,}366 \text{ саж.} = 5{,}048 \text{ метр.}$$

По *Ganguillet et Kutter*'у при $n = 0{,}025$ и $i = 0{,}0002$ (для запаса уклонъ высокихъ водъ принятъ тотъ же, который опредѣленъ при меженнемъ горизонтѣ):

$$c = \frac{23 + \frac{1}{0{,}025} + \frac{0{,}00155}{0{,}0002}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}0002}\right) \frac{0{,}025}{\sqrt{5{,}048}}} = \frac{70{,}75}{1 + \frac{0{,}76875}{\sqrt{5{,}048}}} = \frac{70{,}75}{1{,}3423} = 52{,}7.$$

Средняя скорость:

$$v = c\sqrt{Ri} = 52{,}7 \sqrt{5{,}048 \times 0{,}0002} = 1{,}671 \; metr = 0{,}783 \text{ саж.}$$

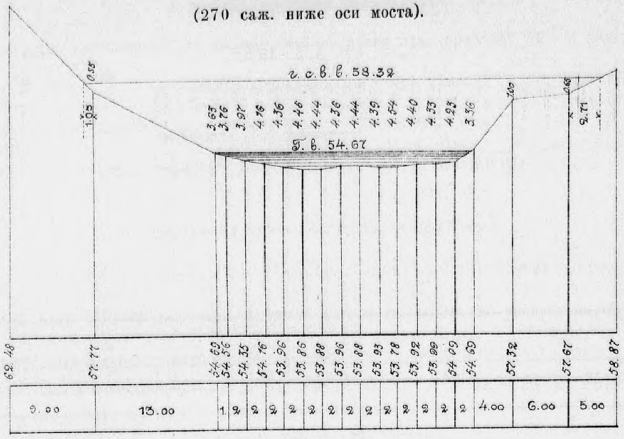
Расходъ $Q = \omega v = 171{,}588 \times 0{,}783 = 134{,}35$ куб. саж,, что менѣе раньше опредѣленнаго расхода по оси моста въ 144,26 куб. саж.

Перейдемъ къ вычисленію расхода въ живомъ сѣченіи 200 саж. ниже плотины, т. е. 270 саж. ниже оси моста.

Живое сѣченіе

рѣки Дона 200 саж. ниже плотины

(270 саж. ниже оси моста).



Площадь живого сѣченія:

$$\omega=\frac{0,55\times 1,05}{2}+\frac{0,55+3,63}{2}\times 13,00+\frac{3,63+3,76}{2}\times 1+\left(\frac{3,76}{2}+3,97+4,16+\right.$$

$$\left.+4,36+4,46+4,44+4,36+4,44+4,39+4,54+4,40+4,33+4,23+\frac{3.63}{2}\right)\times$$

$$\times 2+\frac{3,63+1,00}{2}\times 4,00+\frac{1,00+0,65}{2}\times 6+\frac{0,65\times 2,71}{2}=157,794 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=\sqrt{1,05^2+0,55^2}+\sqrt{13^2+3,08^2}+\sqrt{1+0,13^2}+\sqrt{4+0,21^2}+\sqrt{4+0,19^2}+$$

$$+\sqrt{4+0,20^2}+\sqrt{4+0,10^2}+\sqrt{4+0,02^2}+2+\sqrt{4+0,08^2}+\sqrt{4+0,05^2}+$$

$$+\sqrt{4+0,15^2}+\sqrt{4+0,14^2}+\sqrt{4+0,07^2}+\sqrt{4+0,10^2}+\sqrt{4+0,60^2}+$$

$$+\sqrt{16+2,63^2}+\sqrt{36+0,35^2}+\sqrt{2,71^2+0,65^2}=55,271 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{157,794}{55,271}=2,854 \text{ саж.}=6,089 \text{ метр.}$$

По *Ganguillet et Kutter*'у при $n=0,025$ и $i=0,002$.

$$c=\frac{70,75}{1+\frac{0,76875}{\sqrt{6,089}}}=\frac{70,75}{1,3116}=54,05.$$

Средняя скорость:

$$v=c\sqrt{Ri}=1,886 \text{ метр.}=0,884 \text{ саж.}$$

Расходъ:

$$Q=\omega v=157,794\times 0,884=139,49 \text{ куб. саж.},$$

что менѣе расхода, вычисленнаго для живого сѣченія по оси моста въ 144,26 куб. саж.

При дальнѣйшихъ вычисленіяхъ будемъ принимать наибольшій расходъ весеннихъ водъ:

$$maxQ=145 \text{ куб. саж.}$$

Русло р. Дона перекрываемъ однимъ пролетомъ отв. въ 50,17 саж. въ свѣту; при этомъ дѣлаемъ срѣзку на обоихъ берегахъ до горизонта меженнихъ водъ, т. е. до отмѣтки 55,50.

Площадь отверстія подъ мостомъ для пропуска высокихъ водъ равна:

$$\Omega=\frac{0,85\times 0,31}{2}+\left(\frac{0,31}{2}+0,74+0,83+0,85+0,83+0,81+0,85+0,75+0,56+\right.$$

$$\left.+0,58+0,63+0,58+0,58+0,61+0,62+0,61+0,53+\frac{0,47}{2}\right)\times 2+\frac{0,47+0,43}{2}\times$$

$$\times 1.70+\left(\frac{0,43}{2}+0,43+0,42+\frac{0,19}{2}\right)\times 2+\frac{0,19\times 1}{2}+(58,61-55,50)\times$$

$$\times 50,17=182,44 \text{ кв. саж.}$$

Скорость подъ мостомъ въ началѣ постройки моста будетъ равна:

$$v_0=\frac{maxQ}{\mu\Omega}=\frac{145}{0,90\times 182,44}=0,88 \text{ саж.}=6,16 \text{ фут.}$$

Такъ какъ скорость подъ мостомъ увеличилась противъ средней скорости въ нестѣсненномъ руслѣ $v=0,712$, то обязательно произойдетъ размывъ русла, который по всей вѣроятности остановится тогда, когда дно рѣки настолько углубится, что средняя скорость подъ мостомъ уменьшится до 0,712 саж.

Средняя глубина высокихъ водъ (отм. которыхъ 58,61) подъ мостомъ до начала размыва равна:

$$h=\frac{182,44}{50,17}=3,64 \text{ саж.}$$

Послѣ размыва средняя глубина высокихъ водъ (отм. 58,61) подъ мостомъ будетъ равна:

$$h_0=\frac{max\,Q}{0,90\times 50,17\times v}=\frac{145}{0,90\times 50,17\times 0,712}=4,50 \text{ саж.}$$

Величина средняго размыва равна:

$$4,50-3,64=0,86 \text{ саж.}$$

Отмѣтка дна средняго размыва равна:

$$58,61-4,50=54,11.$$

Величина наибольшаго размыва равна:

$$\frac{(58,61-54,65)h_0}{h}-(58,61-54,65)=\frac{3,96\times 4,50}{3,64}-3,96=4,90-3,96=0,94 \text{ саж.}$$

Отмѣтка дна наибольшаго размыва равна:

$$58,61-h_0\times\frac{(58,61-54,65)}{h}=58,61-\frac{3,96\times 4,50}{3,64}=58,61-4,90=53,71.$$

Величина размыва около устоевъ равна:

$$\frac{(58,61-55,50)h_0}{h}-(58,61-55,50)=\frac{3,11\times 4,50}{3,64}-3,11=3,85-3,11=0,74 \text{ саж.}$$

Отмѣтка дня размыва около устоевъ:

$$55,50-0,74=54,76.$$

Площадь бассейна, опредѣленная по 10-ти верстной картѣ 4270 кв. верстъ.

Необходимая площадь отверстія подъ мостомъ по таблицамъ *Инженера Бѣлинскаго* равна $4270\times 0,035=149,45$ кв. саж., между тѣмъ для пропуска весеннихъ водъ оставлено отверстіе въ 182,44 кв. саж., не считая увеличенія этой площади впослѣдствіи вслѣдствіе размыва.

Расчетъ устойчивости устоевъ.

Устои состоятъ изъ 1) берегового быка, 2) подпорной стѣнки, поддерживающей насыпь, 3) поперечной стѣнки, заграждающей проходъ высокимъ водамъ между береговымъ быкомъ и откосомъ насыпи и 4) желѣзнаго мостика отверстіемъ въ 4,00 саж., перекрывающаго пространство между береговымъ быкомъ и подпорною стѣнкою. Такъ какъ, по всей вѣроятности, осадка всѣхъ частей устоя будетъ не одинаковая, то въ предупрежденіе могущихъ образоваться трещинъ въ поперечной стѣнкѣ, какъ самой слабой части сооруженія, предполагаемъ раздѣлить поперечную стѣнку на двѣ части вертикальною щелью въ 0,005 саж. во всю высоту стѣнки.

Часть поперечной стѣнки, составляющая одно цѣлое съ подпорною стѣнкою, можно разсматривать какъ наружный контрфорсъ этой послѣдней. Другая часть поперечной стѣнки, связанная съ рѣчнымъ быкомъ, играетъ роль внутренняго контрфорса быка. Оба эти сооруженія, подпорную стѣнку съ контрфорсомъ и быкъ съ соотвѣтственнымъ контрфорсомъ разсмотримъ отдѣльно и выведемъ для нихъ условія устойчивости.

Повѣрка устойчивости подпорной стѣнки.

Принимая разстояніе между первою и четвертою осью паровоза 13 футъ давленіе на каждую ось паровоза 763 пуда, длину шпалы 1,25 саж. и толщину балласта подъ шпалами въ 0,15 саж., получимъ высоту временной нагрузки (паровоза) приведенной къ матеріалу насыпи по формулѣ:

$$h=\frac{4\times 763}{\left(\frac{13}{7}+0{,}15\right)\times(1{,}25+0{,}15)\times 1000}=1{,}08 \text{ саж.}$$

Къ этой высотѣ прибавляется толщина балластнаго слоя 0,20 саж.

$$h_0=1{,}08+0{,}20=1{,}28 \text{ саж.}$$

По ширинѣ стѣнки временная нагрузка дѣйствуетъ на протяженіи $1{,}25+0{,}15=1{,}40$ саж.

Полный напоръ земли Q_0 составляется изъ напора Q_1, дѣйствующаго съ участіемъ временной нагрузки на протяженіи 1,40 саж., и напора Q_2, дѣйствующаго на остальной ширинѣ подпорной стѣнки $=2{,}20-1{,}40=0{,}80$ саж.

Напоръ:

$$Q_1=1{,}40\times\frac{\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H(H+2h_0),$$

гдѣ $\gamma=1000$ пуд., $\varphi=30^0$ для насыпнаго грунта, $h_0=1{,}28$ саж.

$$45^0-\frac{\varphi}{2}=30^0;\ \frac{\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=166{,}17.$$

Слѣдовательно:

$$Q_1=1{,}40\times 166{,}67H(H+2{,}56)=233{,}34(2{,}56+H)H.$$

Напоръ:

$$Q_2=0{,}80\times 166{,}67H^2=133{,}34H^2$$

Полный напоръ на стѣнку:

$$Q_0=Q_1+Q_2=233{,}34(2{,}56+H)H+133{,}34H^2=H(597{,}35+366{,}67H).$$

Плечо напора Q_1:

$$q_1=\frac{H}{3}\times\frac{H+3\times 1{,}28}{H+2\times 1{,}28}=\frac{H(H+3{,}84)}{3(H+2{,}56)}$$

Моментъ напора Q_1:

$$Q_1q_1=\frac{233{,}34(2{,}56+H)H^2(H+3{,}84)}{3(H+2{,}56)}=\frac{233{,}34H^2(H+3{,}84)}{3}$$

Моментъ напора Q_2: $$Q_2q_2=\frac{133{,}34H^3}{3}$$

Моментъ напора Q_0:

$$Q_0q_0=Q_1q_1+Q_2q_2=\frac{H^2}{3}(366{,}67H+896{,}02)$$

Подставляя вмѣсто H высоту стѣнки надъ обрѣзомъ фундамента $=6{,}10$ саж., получимъ, что напоръ земли на подпорную стѣнку со стороны насыпи:

$$Q_0=6{,}10(597{,}35+366{,}67\times 6{,}10)=17288 \text{ пуд.}$$

Моментъ:

$$Q_0q_0=\frac{6{,}10^2}{3}(366{,}67\times 6{,}10+896{,}02)=38856 \text{ пудо саж.}$$

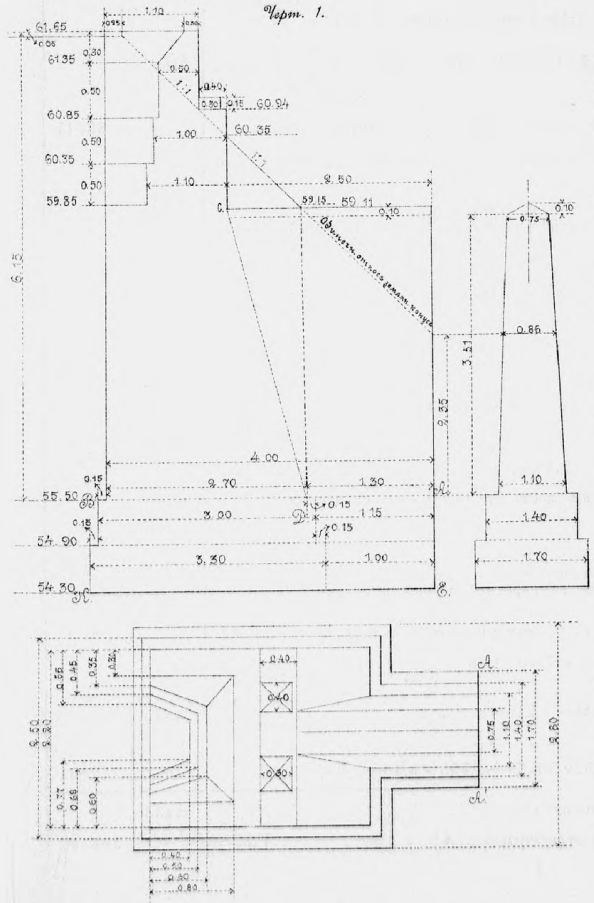
Плечо:

$$q_0=\frac{Q_0q_0}{Q_0}=\frac{38856}{17288}=2{,}25 \text{ саж.}$$

Опредѣлимъ коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра AA_1 (см. черт. 1) не принимая въ расчетъ давленія конуса на лицевую плоскость стѣнки, причемъ предполагаемъ, что временная нагрузка занимаетъ лишь насыпь за заднею гранью стѣнки.

Для вычисленія объемъ пустоты между отмѣтками 61,60 и 59,85 принятъ равнымъ произведенію изъ полусуммы площадей основаній на высоту; соотвѣтственно чему опредѣлено и разстояніе центра тяжести этой фигуры.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку и ихъ моменты относительно ребра AA':



	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ земли, заполняющей заднюю пустоту въ подпорной стѣнкѣ:		
а) Между отмѣтками 61,65 и 61,35:		
Вѣсъ: $\left(1{,}60\times 0{,}80+\frac{1{,}00+1{,}50}{2}\times 0{,}60\right)\times\frac{0{,}30}{2}\times 1000=0{,}3045\times 1000=$	305	
Моментъ: $305\times(4{,}00-0{,}33)=$ . . .	—	1119
б) Между отм. 61,35 и 60,85:		
Вѣсъ: $\frac{1{,}00+1{,}50}{2}\times 0{,}60\times 0{,}50\times 1000=0{,}375\times 1000=$ . . .	375	
Моментъ: $375(4{,}00-0{,}28)$.	—	1395

	Пуды.	Пудо-саж.
в) Между отмѣт. 60,85 и 60,35:		
Вѣсъ: $\frac{0,84+1,30}{2}\times 0,50\times 0,50\times 1000=0,2675\times 1000=$ . .	267	
Моментъ $267\times(4,00-0,23)$	—	1007
г) Между отмѣтками 60,35 и 59,85:		
Вѣсъ: $\frac{0,66+1,10}{2}\times 0,40\times 0,50\times 1000=0,176\times 1000=$	176	
Моментъ $176\times(4,00-0,18)=$	—	672
2) Вѣсъ кладки между отмѣтками 61,65 и 59,11:		
$1300\,[2,20\,(2,54\times 1,50-0,40\times 0,71)-(0,305+0,375+0,267+$ $+0,176)]=1300\times 6,634=$	8624	
Моментъ:		
$1300\,[2,20\,(2,54\times 1,50\times 3,25-0,40\times 0,71\times 2,70)-(0,305\times$ $\times 3,67+0,375\times 3,75+0,267\times 3,77+0,176\times 3,82)]=1300[2,20$ $(12,382-0,767)-(1,119+1,406+1,007+0,672)]=1300\times 21,349=$	—	27754
3) Вѣсъ кладки подпорной стѣнки между отмѣтками 59,11 и 55,50		
$1300\times\frac{1,50+2,70}{2}\times 3,61\times 2,20=1300\times 16,678=$	21681	
Моментъ:		
$1300\times 3,61(150\times 3,25+0,60\times 2,10)\times 2,20=1300\times 48,724=$ . .	—	63341
4) Вѣсъ кладки поперечной стѣнки между подпорною стѣнкою и щелью отъ отм. 59,11 до отм. 55,50		
$\left(0,75\times 0,05+\frac{0,75+1,10}{2}\times 3,51\right)\times\frac{1,30+2,50}{2}\times 1300=6,24\times 1300=$	8112	
Моментъ:		
$1300\times\left(0,75\times 0,05+\frac{0,75+1,10}{2}\times 3,51\right)[1,30\times 0,65+0,60\times$ $\times 1,70]=1300\times 3,284\times 1,865=1300\times 6,125=$	—	7963
5) Вѣсъ подферменныхъ камней:		
$2\times 0,30\times 0,40\times 0,15\times 1300=0,036\times 1300=$	47	
Моментъ:		
$47\times(4,00-1,25)=47\times 2,75=$	—	129
6) Вѣсъ ½ верхняго строенія моста отв. 4,00 саж. съ настиломъ. . .	301	
Моментъ:		
$301\times(4,00-1,25)=301\times 2,75=$	—	828
7) Вѣсъ земли, опирающейся на передней плоскости стѣнки $CD=$		
$1000\left(\frac{1,20^2\times 2,20}{2}+(0,14\times 2,20-0,75\times 0,05)\times 1,18+\right.$ $\left.+\frac{3,51\times 1,18\times 2,20}{2}-\frac{0,75+1,10}{2}\times 3,51\times\frac{1,18}{2}\right)=1000\times$ $\times(1,584+0,320+4,556-1,915)=$	4545	
Моментъ:		
$1000(1,584\times 0,80+0,320\times 0,59+4,556\times 0,40-1,915\times 0,39)$.	—	2531
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ . . . . . $V_0=$	44433	
Моментъ равнодѣйствующей относительно AA^1: . . . . . $V_0p_0=$	—	106739

Плечо:

$$p_0=\frac{V_0p_0}{V}=\frac{106739}{44433}=2,40 \text{ саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе подпорной стѣнки (около ребра AA'):

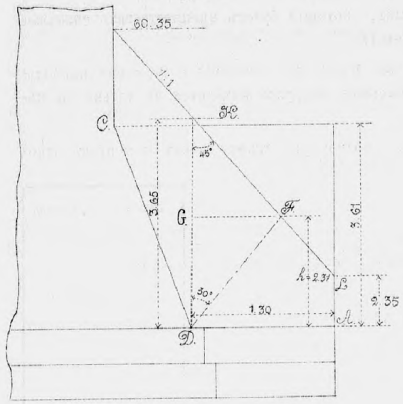
$$m=\frac{V_0p_0}{Q_0q_0}=\frac{106739}{38856}=275^{*)}.$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости фундамента въ предположеніи односторонняго давленія насыпи:

$$m_1=\frac{fV_0}{Q_0}=\frac{0,70\times 44433}{17288}=\frac{31103}{17288}=1,80\ ^{*)}.$$

Опредѣлимъ теперь коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки на вращеніе около ребра AA' и на скольженіе въ плоскости фундамента AB, принимая во вниманіе напоръ конуса на лицевую плоскость стѣнки. При вычисленіи напора конуса будемъ разсматривать только его нижнюю часть, ограниченную сверху горизонтальною плоскостью, проходящею черезъ F ребро пересѣченія поверхности конуса съ плоскостью обрушенія земляной призмы GFD.

Черт. 2.



Напоръ конуса:

$$Q_3=\frac{Б\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)h^2,$$

гдѣ $\gamma=1000$ пудовъ;

ширина стѣнки, подверженной напору конуса:

$$Б=2,20-\frac{0,75+1,10}{2}=1,27 \text{ саж.};$$

$$45^0-\frac{\varphi}{2}=45^0-\frac{30^0}{2}=30^0,$$

высота нижней части конуса, напоръ которой опредѣляемъ:

$$h=\frac{3,65}{1+tg30^0}=2,31 \text{ саж.}$$

Подставляя всѣ величины въ вышеозначенную формулу, получимъ:

$$Q_3=\frac{1270}{2}tg^2(30^0)\times 2,31^2=1129 \text{ пуд.}$$

Плечо напора Q_3 относительно точки A:

$$q_3=\frac{h}{3}=\frac{2,31}{3}=0,77 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$Q_3q_3=1129\times 0,77=869 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на стѣнку выше обрѣза фундамента $Q_0'=Q_0-Q_3=17288-1129=16159$ пуд.

Моментъ равнодѣйствующей Q_0' относительно ребра A:

$$Q_0'q_0'=Q_0q_0-Q_3q_3=38856-869=37989 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо Q_0' относительно ребра A равно:

$$q_0'=\frac{37989}{16159}=2,35 \text{ саж.}$$

*) Если сдѣлаемъ предположеніе, что возведена насыпь сзади стѣнки до полной высоты, и спереди стѣнки конусъ еще не насыпанъ, то коэффиціенты устойчивости получатся слѣдующіе:

$$m=2,68 \text{ и } m_1=1,62.$$

Коэффиціентъ устойчивости стѣнки на вращеніе около ребра AA' въ вышепоименованномъ предположеніи равенъ:

$$m' = \frac{V_0 p_0}{Q_0' q_0'} = \frac{106739}{37989} = 2{,}81.$$

Равнодѣйствующей горизонтальныхъ силъ Q_0', противодѣйствуетъ въ плоскости фундамента треніе кладки стѣнки выше фундамента по кладкѣ фундамента, и кромѣ того треніе земли по землѣ части конуса $ADKLA$, находящагося выше отмѣтки 55,50 ребра A.

Вѣсъ призмы $ADKLA$ равенъ:

$$S = 1{,}27 \times 1000 \times \frac{3{,}65 + 2{,}35}{2} \times 1{,}30 = 4953 \text{ пуд.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_1' = \frac{f V_0 + f' S}{Q_0'},$$

гдѣ коэффиціентъ тренія земли по землѣ $f' = tg 30^0 = 0{,}57$.

$$m_1' = \frac{0{,}70 \times 44433 + 0{,}57 \times 4953}{16159} = 2{,}10.$$

Такъ какъ впереди стѣнки находится рѣчной быкъ, который будетъ препятствовать скольженію стѣнки, то коэффиціентъ $m_1' = 2{,}10$ можно допустить.

Опредѣлимъ коэффиціентъ устойчивости стѣнки въ плоскости основанія и величину наибольшаго давленія на грунтъ въ предположеніи, что временная нагрузка находится не только на насыпи, но и на мосту и подпорной стѣнкѣ.

Таблица вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку и ихъ моментовъ относительно ребра E (см. черт. 1):

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ V_0	44433	
Моментъ $V_0 p_0$	—	106739
2) Вѣсъ фундамента между отмѣтками 55,50 и 54,90: $1300(3{,}00 \times 2{,}50 + 1{,}15 \times 1{,}40) \times 0{,}60 = 1300 \times 4{,}866 =$	6326	
Моментъ: $1300(3{,}00 \times 2{,}50 \times 2{,}65 + 1{,}15 \times 1{,}40 \times 0{,}58) \times 0{,}60$	—	16231
3) Вѣсъ бетоннаго слоя между отмѣтками 54,90 и 54,30: $1300\,(3{,}30 \times 2{,}80 + 1{,}00 \times 1{,}70) \times 0{,}60 = 1300 \times (9{,}24 + 1{,}70) \times \times 0{,}60 = 1300 \times 6{,}564 =$	8533	
Моментъ: $1300(9{,}24 \times 2{,}65 + 1{,}70 \times 0{,}50) \times 0{,}60 =$	—	19762
4) Временная нагрузка на $^1/_2$ пролета моста отверст. 4,00 саж (и расчетнаго пролета 4,28 саж.) согласно циркуляра Инспекторскаго Комитета жел. дор. отъ 5 Января 1884 г. № 60: $\frac{4{,}28 \times 7 \times [152 + (185 - 152) \times 0{,}72]}{2} =$	2636	
Моментъ: $2636 \times 2{,}75 =$	—	7249
5) Временная нагрузка, находящаяся на подпорной стѣнкѣ и надъ задними обрѣзами фундамента: $1{,}28 \times 1{,}40(1{,}10 + 0{,}30) \times 1000 =$	2509	
Моментъ: $2509 \times 3{,}60 =$	—	9032

	Пуды.	Пудо-саж.
6) Вѣсъ земли, давящей на задніе обрѣзы фундамента стѣнки: $0{,}15 \times (6{,}10 \times 2{,}50 + 6{,}70 \times 2{,}80) \times 1000 = (2{,}287 + 2{,}814) \times 1000 =$	5101	
Моментъ: $1000(2{,}287 \times 4{,}075 + 2{,}814 \times 4{,}225) =$	—	21209
7) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы подпорной стѣнки: $1000\left(6{,}10 \times 0{,}30 \times 0{,}25 + 0{,}30 \times \frac{6{,}10 + 3{,}50}{2} \times 2{,}60 + 6{,}70 \times \times 0{,}30 \times 0{,}40 + 0{,}30 \frac{6{,}70 + 3{,}95}{2} \times 2{,}75\right) = 1000\,(0{,}457 + + 3{,}744 + 0{,}804 + 4{,}388) = 1000 \times 9{,}393 =$	9393	
Моментъ: $1000\left\{0{,}457 \times 3{,}88 + 3{,}744 \times \left(3{,}75 - \frac{2{,}60}{3} \times \frac{6{,}10 + 2 \times 3{,}50}{6{,}10 + 3{,}50}\right) + + 0{,}804 \times 3{,}95 + 4{,}388 \times \left(3{,}75 - \frac{2{,}75}{3} \times \frac{6{,}70 + 2 \times 3{,}95}{6{,}70 + 3{,}95}\right)\right\} = = 1000(1{,}773 + 9{,}622 + 3{,}176 + 11{,}321) =$	—	25892
8) Вѣсъ земли, давящей на передніе обрѣзы фундамента подпорной стѣнки: $1000\left(0{,}15 \times \frac{1{,}10 + 1{,}45}{2} \times \frac{3{,}65 + 3{,}50}{2} + 0{,}15 \times \frac{1{,}40 + 1{,}75}{2} \times \times \frac{3{,}50 + 3{,}35}{2} + 0{,}15 \times 0{,}60 \times 1{,}10\right) = 1000\,(0{,}684 + 0{,}809 + + 0{,}099) =$	1592	
Моментъ: $1000(0{,}684 \times 1{,}225 + 0{,}809 \times 1{,}075 + 0{,}099 \times 1{,}075) =$	—	1814
9) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента поперечной стѣнки между подпорною стѣнкою и щелью: $1000\left(\frac{2{,}35 + 3{,}35}{2} \times 1{,}00 \times \frac{2 \times 0{,}30 + 0{,}65 + 0{,}54}{4} + 0{,}30 \times \times \frac{2{,}95 + 3{,}95}{2} \times 1{,}00\right) = 1000(1{,}137 + 1{,}035) =$	2162	
Моментъ: $1000\left(1{,}137 \times \frac{2 \times 3{,}35 + 2{,}35}{3(2{,}35 + 3{,}35)} + 1{,}035 \times \frac{2 \times 3{,}95 + 2{,}95}{3(2{,}95 + 3{,}95)}\right) = 1000 \times \times (1{,}137 \times 0{,}530 + 1{,}035 \times 0{,}524) =$	—	1145
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку до вертикальной плоскости AE . . . . . $V_0' =$	82685	
Моментъ равнодѣйствующей V_0' относительно ребра E . . . . $V_0' p^0 =$	—	209073

Плечо равнодѣйствующей V_0' относительно ребра E:

$$p_0' = \frac{V_0' p_0'}{V_0'} = \frac{209073}{82685} = 2{,}53 \text{ саж.}$$

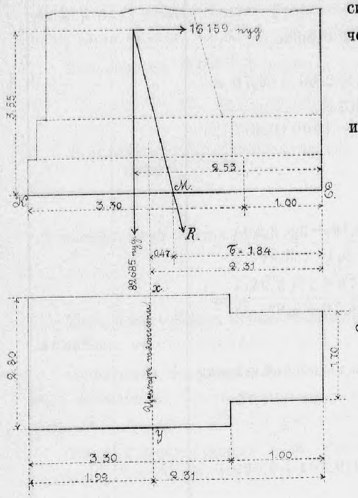
Коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки на вращеніе около ребра E равенъ:

$$m'' = \frac{V_0' p_0'}{Q_0'(q_0' + 1{,}20)} = \frac{209073}{16159 \times 3{,}55} = \frac{209073}{57365} = 3{,}64.$$

Коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки на скольженіе въ плоскости основанія EK равенъ:

$$m_1'' = \frac{f V_0'}{Q_0'} = \frac{0,57 \times 82685}{16159} = \frac{47130}{16159} = 2,91.$$

Черт. 3.



Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ R пересѣкаетъ подошву основанія въ точкѣ M (см. чертежъ № 3), отстоящей отъ ребра E въ разстояніи:

$$Б = 2,53 - \frac{16159 \times 3,55}{82685} = 2,53 - 0,69 = 1,84 \text{ саж.}$$

и отъ центра тяжести площади основанія въ разстояніи:

$$a = \frac{2,80 \times 3,30 \times 2,65 + 1,70 \times 1,00 \times 0,50}{2,80 \times 3,30 + 1,70 \times 1,00} - 1,84 =$$

$$= \frac{25,336}{10,94} - 1,84 = 2,31 - 1,84 = 0,47 \text{ саж.}$$

Среднее давленіе на грунтъ (подошву основанія стѣнки):

$$\sigma_0 = \frac{V_0}{84^2(2,80 \times 3,30 + 1,70 \times 1,00)} = \frac{82685}{7056 \times 10,94} =$$

$$= \frac{82685 \text{ пуд.}}{77193 \text{ кв. д.}} = 1,071 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра E:

$$max\sigma = \sigma_0 + \frac{Mz_0}{J},$$

гдѣ:

$$M = V_0'a = 82685 \times 0,47 = 38862 \text{ пудо-саж.}$$

$$z_0 = 2,31 \text{ саж.}$$

Моментъ инерціи фигуры основанія относительно линіи xy, проходящей черезъ центръ тяжести:

$$J = \frac{4,30^3 \times 2,80 - 1,00^3 \times 1,10}{3} - (2,80 \times 3,30 + 1,70 \times 1,00) \times 2,31^2 = 15,462 \text{ (саж.)}^4$$

$$max\sigma = 1,071 + \frac{38862 \times 2,31}{15,462 \times 7056} = 1,071 + 0,823 = 1,894 \text{ пуд. на кв. дюймъ,}$$

т. е. на 77% болѣе средняго давленія σ_0.

Наименьшее давленіе на грунтъ около ребра K равно:

$$min\sigma = \sigma_0 - \frac{Mz}{J}, \text{ гдѣ } z = 1,99 \text{ саж.}$$

$$min\sigma = 1,071 - \frac{38862 \times 1,99}{15,462 \times 7056} = 1,071 - 0,661 = 0,410 \text{ пуд. на кв. дюймъ,}$$

т. е. на 61% меньше средняго давленія σ_0.

Такъ какъ по буренію извѣстно, что подъ обоими устоями грунтъ песчаный, недопускающій давленія въ 1,894 пудъ на кв. дюймъ, то рѣшено основаніе заложить на сваяхъ.

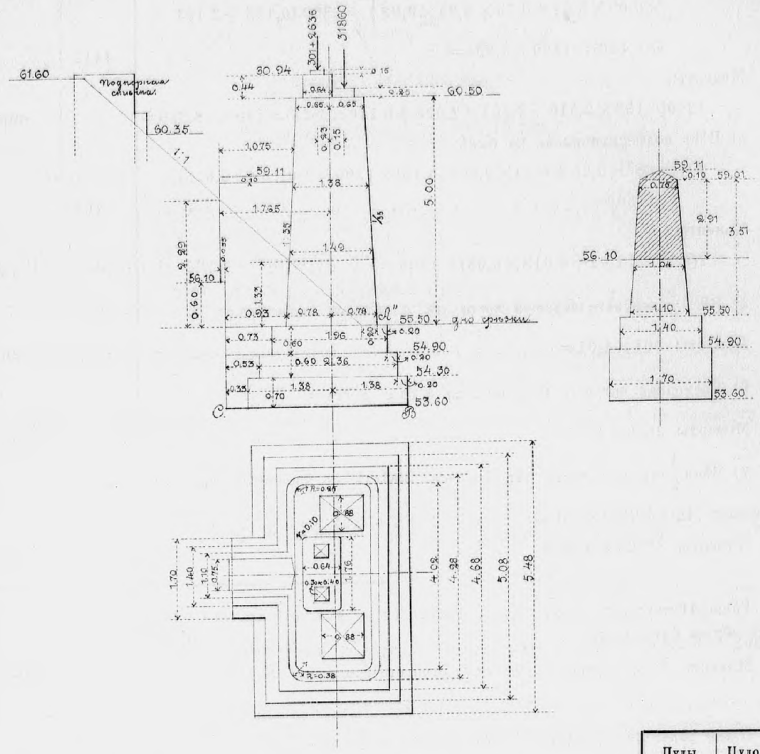
Давленіе на одну 6-ти вершковую сваю составляетъ:

$$\frac{82685}{71} = 1164 \text{ пуд.}$$

Повѣрка устойчивости берегового быка.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на береговой быкъ выше фундамента и ихъ моменты относительно ребра A'' въ плоскости фундамента, поименованы въ нижеслѣдующей таблицѣ.

Черт. 4.



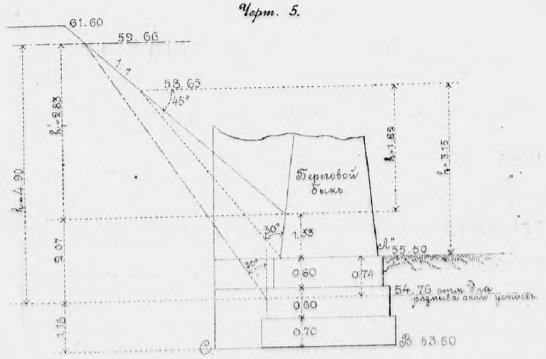
	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ кладки быка между отм. 60,50 и 55,50:		
$1300 \times \frac{1,30 \times 4,02 + 1,56 \times 4,28 - 0,50^2 - 0,76^2 + \pi(0,25^2 + 0,38^2)}{2} \times$		
$\times 5,00 = 1300 \times \frac{5,226 + 6,677 - 0,25 - 0,5776 + 0,65}{2} \times$		
$\times 5,00 = 1300 \times \frac{11,7254}{2} \times 5,00 = 1300 \times 29,313 =$	38107	
Моментъ: $38107 \times 0,78 =$	—	29723
2) Вѣсъ надстройки быка между отм. 60,50 и 60,94:		
$1300 \times (0,64 \times 1,76 - 0,20^2 + \pi \times 0,10^2) \times 0,44 = 1300 \times 518 =$ . .	673	
Моментъ: $673 \times 1,01 =$	—	680

	Пуды.	Пудо-саж.
3) Вѣсъ поперечной стѣнки между отмѣтками 59,11 и 55,50:		
$1300\left\{\left(0{,}75\times 0{,}05+\frac{0{,}75+1{,}04}{2}\times 2{,}91\right)\times 0{,}055+\left(0{,}75\times 0{,}05+\frac{0{,}75+1{,}10}{2}\times 3{,}51\right)\times 0{,}93+\frac{1}{6}(2\times 0{,}75+1{,}10)\times 0{,}09\times 3{,}51+0{,}75\times 0{,}05\times 0{,}09\right\}=1300\,(0{,}153+3{,}101+0{,}140)=1300\times 3{,}394=$	4412	
Моментъ: $1300(0{,}153\times 2{,}518+3{,}101\times 2{,}025+0{,}140\times 1{,}61)=1300\times 6{,}890=$	—	8957
4) Вѣсъ подферменниковъ на быкѣ: $2\times(0{,}88^2\times 0{,}25+0{,}40\times 0{,}30\times 0{,}15)\times 1300=2(0{,}160+0{,}018)\times 1300=$	463	
Моментъ: $2(0{,}160\times 1{,}01+0{,}018\times 0{,}63)\times 1300=$	—	449
5) Вѣсъ $\frac{1}{2}$ верхняго строенія моста отв. 4 саж. съ настиломъ= . . .	301	
Моментъ: $301\times 1{,}01=$	—	304
6) Временная нагрузка на $\frac{1}{2}$ пролета 4 саж. моста=	2636	
Моментъ: $2636\times 1{,}01=$	—	2662
7) Вѣсъ $\frac{1}{2}$ пролета моста отв. 50 саж. вмѣстѣ съ временной на немъ нагрузкою $(48+40{,}50)\times 360=$	31860	
Моментъ: $31860\times 0{,}63=$	—	20072
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на быкъ выше обрѣза фундамента . . . . . $W_0=$	78452	
Моментъ W_0v_0 вертикальныхъ силъ относительно ребра $A''=$ . . .	—	62847

Плечо равнодѣйствующей W_0 относительно ребра A'':

$$v_0=\frac{W_0v_0}{W_0}=\frac{62847}{78452}=0{,}801 \text{ саж.}$$

Черт. 5.



Опредѣлимъ теперь горизонтальную силу распора конуса на береговой быкъ по формулѣ:

$$E=\gamma b(h^2-h_1^2)\Psi,$$

гдѣ $\gamma=1000$ пуд.

Ширина берегового быка, на которую дѣйствуетъ распоръ конуса:

$$b=4{,}28-\frac{1{,}04+1{,}10}{2}=4{,}28-1{,}07=3{,}21 \text{ саж.}$$

$$\Psi=\frac{1}{2}tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)=\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{30^0}{2}\right)=\frac{1}{2}tg^2(30^0)=\frac{1}{6};$$

$$h_1=h-1{,}33=1{,}82 \text{ саж.}$$

$$h=\frac{1{,}33}{1-tg30^0}=\frac{1{,}33}{0{,}42265}=3{,}15 \text{ саж.};$$

слѣдовательно:

$$E=\frac{3{,}21\times 1000}{6}(3{,}15^2-1{,}82^2)=535\times 6{,}6101=3536 \text{ пуд.}$$

Плечо распора E относительно ребра A'':

$$e=h-\frac{2(h^3-h_1^3)}{3(h^2-h_1^2)}=3{,}15-\frac{2(3{,}15^3-1{,}82^3)}{3(3{,}15^2-1{,}82^2)}=3{,}15-2{,}54=0{,}61.$$

Моментъ распора относительно ребра A'':

$$Ee=3536\times 0{,}61=2157 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости берегового быка на вращеніе около ребра A'' въ плоскости перваго обрѣза фундамента:

$$m=\frac{W_0r_0}{Ee}=\frac{62847}{2157}=29{,}13.$$

Коэффиціентъ устойчивости берегового быка на скольженіе въ плоскости перваго обрѣза фундамента:

$$m_1=\frac{fW_0}{E}=\frac{0{,}70\times 78452}{3536}=15{,}53.$$

Перейдемъ къ повѣркѣ устойчивости и опредѣленію давленія на грунтъ берегового быка въ плоскости основанія.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на береговой быкъ съ фундаментомъ, и ихъ моменты относительно ребра B въ плоскости основанія (см. черт. 4) переименованы въ слѣдующей таблицѣ:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $W_0=$	78452	
Моментъ $78452\times(0{,}801+0{,}60)=78452\times 1{,}401=$	—	109911
2) Вѣсъ фундамента между отм. 55,50 и 54,90: $1300(4{,}68\times 1{,}96+1{,}40\times 0{,}73)\times 0{,}60=1300\times(9{,}173+1{,}022)\times 0{,}60=1300\times 6{,}117=$	7952	
Моментъ: $1300\times 0{,}60(9{,}173\times 1{,}38+1{,}022\times 2{,}725)=$	—	12046
3) Вѣсъ фундамента между отм. 54,90×54,30: $1300(5{,}08\times 2{,}36+1{,}70\times 0{,}53)\times 0{,}60=1300\times 0{,}60(11{,}989+0{,}901)=1300\times 7{,}734=$	10054	
Моментъ: $1300\times 0{,}60(11{,}989\times 138+0{,}901\times 2{,}825)=$	—	14890

	Пуды.	Пудо-саж.
4) Вѣсъ фундамента между отмѣтками 54,30 и 53,60: $1300\times0{,}70\,(2{,}76\times5{,}48+0{,}33\times1{,}70)=1300\times0{,}70\,(15{,}125+$ $+0{,}561)=$	14274	
Моментъ: $1300\times0{,}70(15{,}125\times1{,}38+0{,}561\times2{,}925)=$	—	20488
5) Вѣсъ земли, давящей на задніе обрѣзы фундамента берегового быка: $1000\times0{,}20\times[1{,}43\times(4{,}68-1{,}10)+2{,}23(5{,}08-1{,}40)+3{,}03\times$ $\times(5{,}48-1{,}70)]=1000\times0{,}20\times(1{,}43\times3{,}58+2{,}23\times3{,}68+$ $+3{,}03\times3{,}78)=1000\times0{,}20\times(5{,}119+8{,}206+11{,}453)=$ . .	4956	
Моментъ: $1000\times0{,}20\times(5{,}119\times2{,}27+8{,}206\times2{,}47+11{,}453\times2{,}67)=$ $=1000\times0{,}20\times(11{,}620+20{,}268+30{,}580)=$	—	12494
6) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы поперечной стѣнки: $1000\times0{,}30\left(0{,}73\times\frac{2{,}29+1{,}53}{2}+0{,}53\times\frac{2{,}89+2{,}36}{2}\right)=1000\times$ $\times0{,}30(1{,}394+1{,}391)=1000\times0{,}30\times2{,}785=$.	836	
Моментъ: $1000\times0{,}30\left\{1{,}394\times\left(3{,}09-\frac{0{,}73}{3}\times\frac{2{,}29+2\times1{,}53}{2{,}29+1{,}53}\right)+1{,}391\times\right.$ $\left.\times\left(3{,}09-\frac{0{,}53}{3}\times\frac{2{,}89+2\times2{,}36}{2{,}89+2{,}36}\right)\right\}=1000\times0{,}30\,(1{,}394\times2{,}75+$ $+1{,}391\times2{,}834)=$	—	2333
7) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента быка: $1000\times0{,}20\left(1{,}36^2+2{,}16^2+\frac{2{,}96+0{,}40}{2}\times2{,}56\right)=1000\times0{,}20\times$ $\times(1{,}850\times4{,}666+4{,}301)=$	2163	
Моментъ: $1000\times0{,}20\left\{1{,}850\times\left(2{,}16-\frac{1{,}36}{3}\right)+4{,}666\times\left(2{,}36-\frac{2{,}16}{3}\right)+\right.$ $\left.\times4{,}301\times\frac{2{,}56}{3}\times\frac{2\times2{,}96+0{,}40}{2{,}96+0{,}40}\right\}=1000\times0{,}20\,(1{,}850\times1{,}707+$ $+4{,}666\times1{,}64+4{,}301\times1{,}605)=200\,(3{,}158+7{,}652+6{,}903)=$ $=200\times17{,}713=$	—	3543
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на береговой быкъ вмѣстѣ съ фундаментомъ . . . . . $W_0'=$	118707	
Моментъ $W_0'v_0'$ всѣхъ вертикальныхъ силъ W_0' относительно ребра $B=$	—	175705

Плечо равнодѣйствующей W_0' относительно ребра B:

$$v_0'=\frac{W_0'v_0'}{W_0'}=\frac{175105}{118707}=1{,}480.$$

Горизонтальный распоръ земляного конуса вычислимъ въ предположеніи подмыва около устоевъ, величина котораго вычислена раньше въ опредѣленіи отверстія моста и опредѣлена отмѣтка дна размыва 54,76 (см. черт. 5).

Горизонтальный распоръ конуса:

$$E'=\Psi\gamma B(h'^2-h_1'^2),$$

гдѣ $\Psi=\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{30^0}{2}\right)=\frac{1}{6}$; $h'=\frac{2{,}07}{1-tg30^0}=4{,}90$; $h_1'=h'-2{,}07=4{,}90-$ $-2{,}07=2{,}83$ саж.

$$B=4{,}28-\frac{1{,}04+1{,}10}{2}=4{,}28-1{,}07=3{,}21 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно:

$$E=\frac{3{,}21\times1000}{6}(4{,}90^2-2{,}83^2)=535\times16{,}0011=8561 \text{ пуд.}$$

Плечо распора E' относительно ребра B:

$$e'=1{,}16+4{,}90-\frac{2(4{,}90^3-2{,}83^3)}{3(4{,}90^2-2{,}83^2)}=6{,}06-3{,}96=2{,}10 \text{ саж.}$$

Моментъ распора относительно ребра B:

$$E'e'=8561\times2{,}10=17978 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости быка на вращеніе около ребра B основанія равенъ:

$$m'''=\frac{175705}{17978}=9{,}77.$$

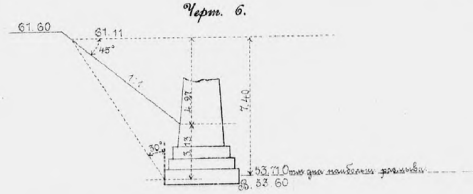
Коэффиціентъ устойчивости быка на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_1''=\frac{0{,}7\times118707}{8561}=9{,}70.$$

Вычислимъ коэффиціенты устойчивости въ томъ предположеніи, что наибольшій размывъ подойдетъ къ одному изъ двухъ устоевъ.

Наинизшая отмѣтка дна послѣ размыва равна 53,71 (см. опредѣленіе отверстія моста).

Черт. 6.



$$maxE=\Psi\gamma B(h^2_0-h'^2_0)=535(7{,}40^2-$$
$$-4{,}27^2)=535\times36{,}5271=$$
$$=19542 \text{ пуд.}$$

Плечо распора $maxE$ относительно ребра B.

$$e_0=0{,}11+7{,}40-\frac{2(7{,}40^3-4{,}27^3)}{3(7{,}40^2-4{,}27^2)}=1{,}54.$$

Моментъ распора $maxE$ относительно ребра B:

$$maxEe_0=19542\times1{,}54=30095 \text{ пудо-саж.}$$

Если наибольшая глубина размыва случится около одного изъ устоевъ, то коэффиціенты устойчивости быка будутъ слѣдующіе:

1) коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра B основанія:

$$min\,m=\frac{175705}{30095}=5{,}83;$$

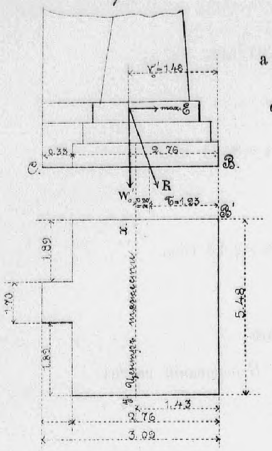
2) коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости основанія:

$$min\,m'=\frac{0{,}70\times118707}{19542}=4{,}25.$$

Вычислимъ давленіе на грунтъ въ самомъ невыгодномъ предположеніи для устойчивости быка именно когда наибольшій размывъ случится у самаго быка.

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ R пересѣкаетъ подошву основанія быка въ точкѣ M_1 (см. черт. 7) отстоящей отъ ребра BB' въ разстояніи:

Черт. 7.



$$Б = 1{,}48 - \frac{30095}{118707} = 1{,}48 - 0{,}25 = 1{,}23 \text{ саж.},$$

а отъ центра тяжести площади основанія въ разстояніи:

$$a = \frac{5{,}48 \times 2{,}76 \times 1{,}38 + 1{,}70 \times 0{,}33 \times 2{,}925}{5{,}48 \times 2{,}76 + 1{,}70 \times 0{,}33} - 1{,}23 = \frac{22{,}5134}{15{,}686} -$$
$$- 1{,}23 = 1{,}43 - 1{,}23 = 0{,}20 \text{ саж.}$$

Среднее давленіе на грунтъ (подошву основанія быка):

$$\sigma_0 = \frac{W_0'}{84^2 \times (5{,}48 \times 2{,}76 + 1{,}70 \times 0{,}33)} = \frac{118707}{7056 \times 15{,}686} =$$
$$= \frac{118707}{110680 \text{ кв. д.}} = 1{,}073 \text{ пуд. на кв. дюйм.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра BB':

$$max\sigma = \sigma_0 + \frac{Mz_0}{J}$$

гдѣ $M = W_0'a = 118707 \times 0{,}20 = 2{,}3741$ пудо-саж.

$$J_0 = 1{,}43.$$

Моментъ инерціи фигуры основанія относительно линіи xy, проходящей черезъ центръ тяжести:

$$J = \frac{2 \times 1{,}89 \times 3{,}09^3 + 1{,}70 \times 2{,}76^3}{3} - (5{,}48 \times 2{,}76 + 1{,}70 \times 0{,}33) 1{,}43^2 = 49{,}0885 -$$
$$- 15{,}686 \times 2{,}0449 = 49{,}0885 - 32{,}0763 = 17{,}0122 \text{ (саж.)}^4$$

$$max\sigma = 1{,}073 + \frac{23741 \times 1{,}43}{17{,}0122 \times 7056} = 1{,}073 + 0{,}283 = 1{,}356 \text{ пуд. на кв. дюймъ,}$$

т. е. на 26% больше средняго давленія на грунтъ σ_0.

Наименьшее давленіе на грунтъ около ребра C равно:

$$min\sigma = \sigma_0 - \frac{Mz}{J}, \text{ гдѣ } z = 3{,}09 - 1{,}43 = 1{,}66 \text{ саж.}$$

$$min\sigma = 1{,}073 - \frac{23741 \times 1{,}66}{17{,}0122 \times 7056} = 1{,}073 - 0328 = 0{,}745 \text{ пуд. на кв. дюймъ,}$$

т. е. на 30% меньше средняго давленія σ_0.

Такъ какъ по буренію извѣстно, что подъ обоими быками грунтъ песчаный, давленіе на который не можетъ быть допущено въ 1,356 пуд. на кв. дюймъ, то необходимо основаніе заложить на сваяхъ.

Давленіе на одну 6 вершковую сваю составляетъ:

$$\frac{118707}{106} = 1120 \text{ пудовъ.}$$

Главный Инженеръ *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Старшій Инженевъ *С. Ольшевскій.*

Къ проекту, утвержденному Департаментомъ жел. дор. по докладу 27 Мая 1898 г. № 914.

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

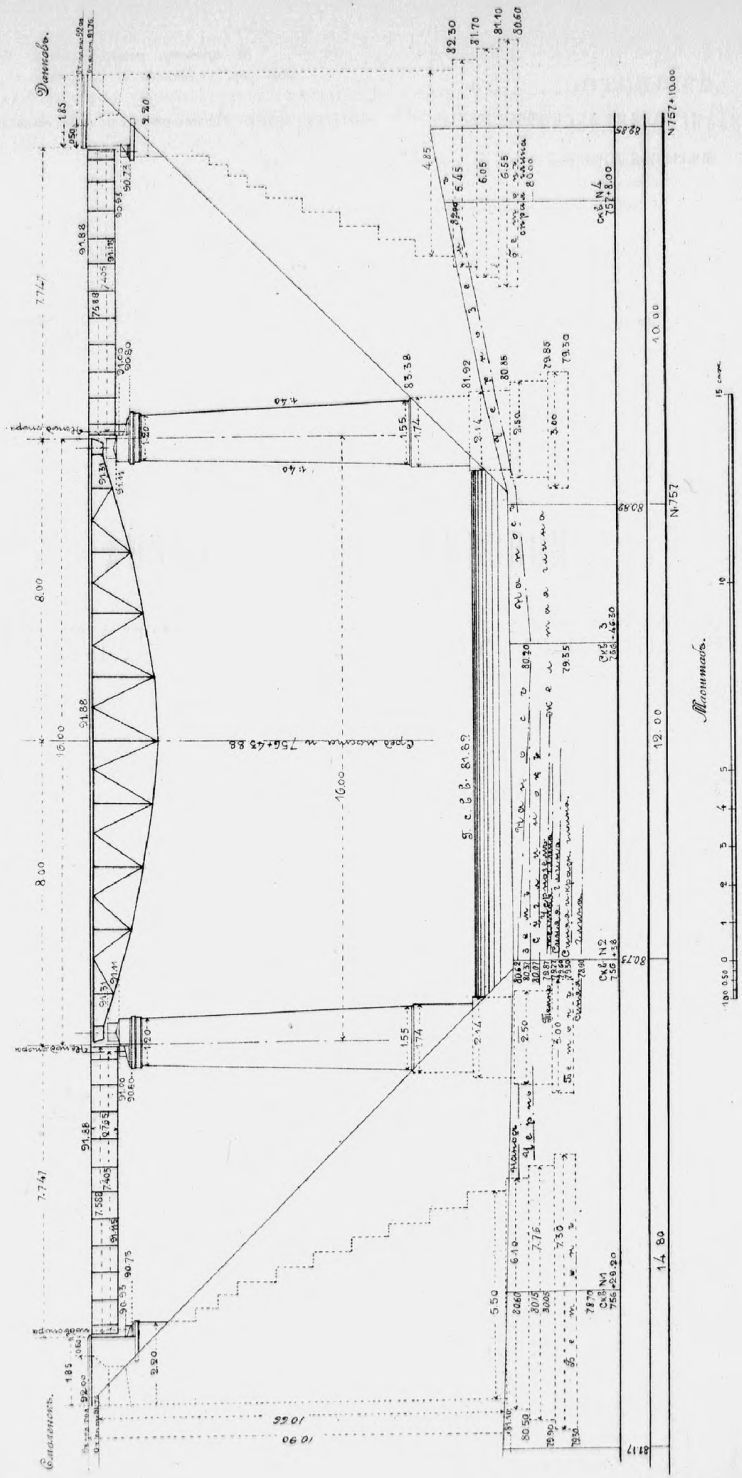
ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ГНИЛУШУ

на 47 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.



Общій видъ моста чрезъ р. Гнилушу, на 47 вер. Данковъ-Смоленской линіи.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ГНИЛУШУ

на 47 верстѣ

пик. № 756+43,88

Данковъ-Смоленской линіи

при высотѣ насыпи 11,03 саж.

I. Расчетъ отверстія.

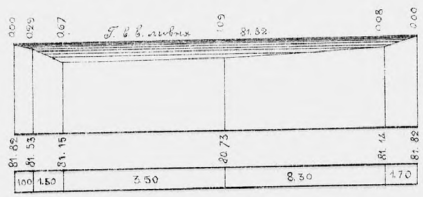
Данныя для опредѣленія расхода воды р. Гнилуши были найдены наблюденіями во время ливня, бывшаго 4 Іюля 1897 года, при чемъ для наблюденій было выбрано сѣченіе рѣки по оси моста, какъ сѣченіе съ болѣе правильными очертаніями дна русла и береговъ въ планѣ и поперечномъ профилѣ, стѣсненное нѣсколько дамбами съ обѣихъ сторонъ.

Наблюденія эти дали слѣдующіе результаты:

1) Площадь бассейна (по 3-хъ верст. картѣ) . . . . . =55,71 кв. вер.

2) Уклонъ высокой воды во время паводка, опредѣленный непосредственно нивеллировкой . . . . . $i=0{,}00223$.

3) Живое сѣченіе русла.



Площадь живого сѣченія:

$$\omega=\frac{0{,}29\times1{,}00}{2}+\frac{0{,}29+0{,}67}{2}\times1{,}50+\frac{0{,}67+1{,}09}{2}\times8{,}50+\frac{1{,}09+0{,}68}{2}\times8{,}30+\frac{0{,}68\times1{,}70}{2}=$$
$$=16{,}27\ (\text{саж.})^2$$

4) Подводный периметръ:

$$p=\sqrt{0{,}29^2+1{,}00^2}+\sqrt{0{,}38^2+1{,}50^2}+\sqrt{0{,}42^2+8{,}50^2}+\sqrt{0{,}41^2+8{,}30^2}+\sqrt{0{,}68^2+1{,}70^2}=$$
$$=21{,}24\ \text{саж.}$$

5) Подводный радіусъ:

$$R=\frac{\omega}{p}=\frac{16{,}27}{21{,}24}=0{,}766\ \text{саж.}=1{,}634\ \text{метр.}$$

За неимѣніемъ наблюденныхъ скоростей среднюю скорость въ нестѣсненномъ взятомъ сѣченіи, при горизонтѣ 81,82, находимъ по формулѣ Дарси $V=c\sqrt{Ri}$, въ которой по Гангилье и Куттеру:

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \text{ (въ метрахъ);}$$

n — коэффиціентъ шероховатости грунта примемъ $=0,025$.

По подстановкѣ извѣстныхъ имѣемъ:

$$c=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,00223}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00223}\right)\frac{0,025}{\sqrt{1,634}}}=\frac{23+40+0,695}{1+23,695\times0,0196}=\frac{63,695}{1,464}=43,51;$$

$$V=43,51\times\sqrt{1,634\times0,00223}=43,51\times0,0603=2,624 \text{ метр.}=1,23 \text{ саж.}$$

Расходъ:

$$Q=\omega\times V=16,27\times1,23=20,01 \text{ куб. саж.}$$

При укрѣпленіи русла *двойной мостовой*, скорость по дну можетъ быть допущена:

$$W=10 \text{ фут.}=1,43 \text{ саж.}=3,05 \text{ метр.},$$

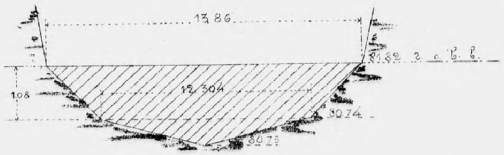
каковой по Прони и Дюбюа соотвѣтствуетъ средняя:

$$v_0=0,75W-0,40+0,5\sqrt{\left(\frac{W-1,59}{2}\right)^2+3,15W} \text{ въ метр.}=0,75\times3,05-0,40+$$
$$+0,50\sqrt{\left(\frac{3,05-1,59}{2}\right)^2+3,15\times3,05}=3,48 \text{ метр.}=1,63 \text{ саж.}$$

Требуемая площадь отверстія:

$$\omega=\frac{Q}{\mu v_0}=\frac{20,01}{0,9\times1,63}=13,64 \text{ кв. саж.}$$

Перекрывая р. Гнилушу желѣзнымъ мостомъ отверстіемъ 15 саж., имѣемъ, согласно чертежа общаго вида, площадь поперечнаго сѣченія:



$$\omega'=\frac{13,86+12,304}{3}\times1,08+\frac{12,304\times0,01}{2}=14,19 \text{ (саж.)}^2,$$

т. е. больше требуемой (13,64 кв. саж.).

Достаточность принятаго отверстія подтверждается и данными таблицы Инженера Бѣлинскаго, а именно необходимая площадь пропускного отверстія должна быть:

$$\omega''=55,71\times0,07=3,90 \text{ кв. саж.};$$

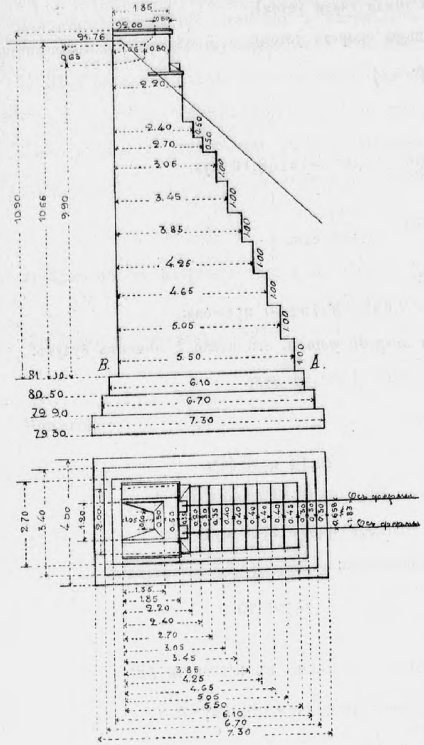
что значительно менѣе принятаго.

Вслѣдствіе большой высоты насыпи р. Гнилуша перекрывается тремя металлическими фермами: 2×7 саж. $+1\times15$ саж. на двухъ каменныхъ быкахъ и двухъ засыпанныхъ устояхъ, какъ показано на прилагаемыхъ при семъ чертежахъ.

II. Устои.

1) Повѣрка устойчивости Смоленскаго устоя.

А) Противъ вращенія относительно ребра А.



Статическій моментъ сѣченія каменной кладки устоя до плоскости AB относительно ребра A:

$$S_1=\left(\frac{0,50+0,80}{2}\times0,25\times3,975\right)+(0,80\times$$
$$\times0,63\times4,05)+\left(\frac{0,10\times1,05}{2}\times4,80\right)+$$
$$+(1,85\times0,27\times4,425)+(2,20\times1,60\times$$
$$\times4,40)+(2,40\times0,50\times4,30)+(2,70\times$$
$$\times0,50\times4,15)+(3,05\times1,00\times3,975)+$$
$$+(3,45\times1,00\times3,775)+(3,85\times1,00\times$$
$$\times3,575)+(4,25\times1,00\times3,375)+$$
$$+(4,65\times1,00\times3,175)+(5,05\times1,00\times$$
$$\times2,975)+(5,50\times1,00+2,75)=$$
$$=129,86 \text{ (саж.)}^3$$

Статическій моментъ сѣченія засыпки земли, приходящейся на задніе обрѣзы устоя относительно того же ребра:

$$S_2=(0,30\times0,12\times4,30)+\left(\frac{0,30\times0,25}{2}\times\right.$$
$$\left.\times4,35\right)+(1,05\times1,00\times4,975)+$$
$$+\left(\frac{0,10\times1,05}{2}\times5,15\right)=5,812 \text{ (саж.)}^3$$

Статическій моментъ сѣченія засыпки земли, приходящейся на переднюю наклонную стѣнку устоя:

$$S_3=\left(\frac{0,75+0,55}{2}\times0,20\times3,20\right)+\left(\frac{1,05+0,75}{2}\times0,30\times2,95\right)+\left(\frac{1,25+0,90}{2}\times0,35\times2,625\right)+$$
$$+\left(\frac{1,90+1,02}{2}\times0,40\times2,25\right)+\left(\frac{2,02+2,14}{2}\times0,40\times1,85\right)+\left(\frac{3,14+2,75}{2}\times0,40\times1,45\right)+$$
$$+\left(\frac{3,75+3,35}{2}\times0,40\times1,05\right)+\left(\frac{4,35+3,98}{2}\times0,40\times0,65\right)+\left(\frac{4,98+4,55}{2}\times0,45\times0,225\right)=$$
$$=9,817 \text{ (саж.)}^3$$

Принимая вѣсъ 1 куб. саж. земли $\gamma=1000$ пуд. и вѣсъ 1 куб. саж. каменной кладки $\triangle=1300$ пуд., получимъ моментъ вѣса кладки устоя и земли, давящей на обрѣзы устоя на 1 пог. саж. его:

$$M_1=1300S_1+1000\times(S_2+S_3)=1300\times129,86+1000(5,812+9,817)=168818,00+15629,00=$$
$$=184447,00 \text{ пудо-саж.}$$

Распоръ земли E сзади устоя на 1 пог. саж. его, не принимая въ расчетъ временной нагрузки, такъ какъ высота насыпи болѣе 3,50 саж., и плечо распора e опредѣлятся по формуламъ:

$$E=\Psi h(\gamma h+2v)$$
$$e=h\times\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v}$$

которыя для даннаго случая будутъ: $E=\Psi\gamma h^2$;

$$e=\frac{h}{3};$$

где: $\Psi=\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)$, что при углѣ естественнаго откоса $\varphi=35^0$ будетъ равно:

$$\Psi=\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{35}{2}\right)=\frac{1}{2}tg^2\left(27\frac{1}{2}^0\right)=\frac{1}{2}(0,521)^2=0,136;$$

h—высота насыпи надъ обрѣзомъ фундамента, считая отъ подошвы рельса,$=92,00-$ $-81,10=10,90$ саж. (для распора земли сзади устоя),

и $h=84,40-81,10=3,30$ саж. (для распора спереди устоя);

γ—вѣсъ 1 куб. саж. земли$=1000$ пуд.

И такъ:

Распоръ земли сзади устоя:

$$E_1=0,136\times1000\times10,90^2=16158,16 \text{ пуд.}$$

Плечо его:

$$e_1=\frac{10,90}{3}=3,633 \text{ саж.}$$

Моментъ распора относительно ребра A:

$$M_2'=E_1e_1=16158,16\times3,633=58702,60 \text{ пудо-саж.}$$

Обратный горизонтальный распоръ земли *впереди устоя*, его плечо и моментъ будутъ:

$$E_2=0,136\times1000\times3,3^2=1481,04 \text{ пуд.}$$

$$e_2=\frac{3,3}{3}=1,10 \text{ саж.}$$

$$M_2''=E_2e_2=1481,04\times1,1=1629,14 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующій моментъ распора:

$$M_2=M_2^2-M_2''=58702,60-1629,14=57073,46 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ опрокидыванія:

$$m=\frac{M_1}{M_2}=\frac{184447,00}{57073,46}=3,23>2,75.$$

B) Повѣрка устойчивости противъ скольженія въ плоскости AB:

Коэффиціентъ устойчивости противъ скольженія найдемъ изъ формулы:

$$m_1=f\frac{P}{E},$$

гдѣ: f—коэффиціентъ тренія камня о камень$=0,7$;

E—равнодѣйствующій распоръ$=16158,16-1481,04=14677,12$ пуд.;

P—вѣсъ кладки устоя и земли, давящей на него съ обѣихъ сторонъ (спереди и сзади) на 1 пог. саж. до плоскости AB:

$$1300\left\{\left[\left(\frac{0,50+0,80}{2}\times0,25\right)+(0,80\times0,63)+\left(\frac{0,10\times1,05}{2}\right)+(1,85\times0,27)+(2,20\times1,63)+\right.\right.$$
$$\left.+(2,40\times0,50)+(2,70\times0,50)+(3,05+3,45+3,85+4,25+4,65+5,05+5,50)\times1,00\right]\times$$
$$\left.\times1,00\right\}+1000\left\{\left[(0,30\times0,12)+\left(\frac{0,30\times0,25}{2}\right)+(1,05\times1,00)+\left(\frac{0,10\times1,05}{2}\right)\right]+\right.$$
$$\times\left[\left(\frac{0,75+0,55}{2}\times0,20\right)+\left(\frac{1,05+0,75}{2}\times0,30\right)+\left(\frac{1,25+0,90}{2}\times0,35\right)+\left(\frac{1,90+1,02}{2}\times\right.\right.$$
$$\left.\times0,40\right)+\left(\frac{2,02+2,14}{2}\times0,40\right)+\left(\frac{3,14+2,75}{2}\times0,40\right)+\left(\frac{3,75+3,35}{2}\times0,40\right)+$$
$$\left.\left.+\left(\frac{4,35+3,98}{2}\times0,40\right)+\left(\frac{4,98+4,55}{2}\times0,45\right)\right]\right\}\times1,00=1300\times37,16+1000(1,177+$$
$$+8,600)=48308,00+9777,00=58085,00 \text{ пуд.}$$

А потому:

$$m_1=0,7\times\frac{58085,00}{14677,12}=0,7\times0,396=2,77>2,75.$$

C) Опредѣленіе разстоянія центра давленія въ плоскости AB отъ ребра A:

Для этого опредѣлимъ величину и направленіе равнодѣйствующей всѣхъ вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на 1 пог. саж. устоя до плоскости AB:

1) Вѣсъ каменной кладки устоя и земли, давящей на его обрѣзы:

$$P=58085,00 \text{ пуд. (по предъидущему—стр. 4).}$$

Плечо p силы P относительно ребра A найдемъ изъ уравненія:

$$M_1=Pp=184447,00 \text{ пудо-саж.}$$

$$p=\frac{184447}{58085}=3,175 \text{ саж.}$$

2) Давленіе отъ опорныхъ частей желѣзныхъ фермъ съ постоянной и подвижной нагрузкой:

$$Q=2385 \text{ пуд.}$$

Плечо его q относительно A:

$$q=\frac{0,30}{2}+0,05+3,30=3,50 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$Q_1q=2385\times3,50=8347,50 \text{ пудо-саж.}$$

I) Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ:

$$R=P+Q=58085+2385=60470 \text{ пуд.}$$

Плечо ея опредѣлится изъ уравненія:

$$Rr=Pp+Qq=184447+8347,50=192794,50 \text{ пудо-саж.}$$

$$r=\frac{192794,50}{60470,00}=3,188 \text{ саж.}$$

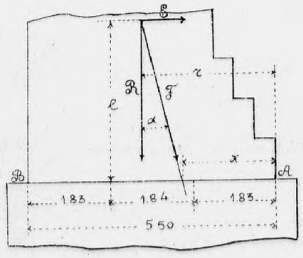
II. Равнодѣйствующая горизонтальныхъ силъ:

$$E=14677,12 \text{ пуд.}$$

Плечо ея e найдемъ:

$$Ee=E_1e_1-E_2e_2=57073,46 \text{ пудо-саж.}$$

$$e=\frac{57073,46}{14677,12}=3,889 \text{ саж.}$$



Изъ помѣщеннаго здѣсь схематическаго чертежа расположенія равнодѣйствующихъ видно, что разстояніе x—центра давленія—точки пересѣченія равнодѣйствующей вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ съ плоскостью AB—равно:

$$x=r-etg\alpha=r-e\frac{E}{R}=3,188-3,889\times\frac{14677,12}{60470}=$$
$$=3,188-3,889\times0,243=3,188-0,945=2,24>$$
$$>1,83\left(=\frac{5,50}{3}\right),$$

т. е. что *равнодѣйствующая всѣхъ дѣйствующихъ на устой* (до плоскости AB) *силъ проходитъ въ средней трети плоскости* AB.

D) Повѣрка глубины заложенія фундамента подъ Смоленскій устой и опредѣленіе давленія на кладку и грунтъ.

1) Вѣсъ каменной кладки устоя до плоскости AB (для всего устоя):

$$1300\Big\{\Big[(0,27\times0,12\times1,87)\times2\Big]+\Big[(1,85\times2,00\times1,15)-\Big(\overset{\text{земля сзади устоя.}}{\frac{0,30\times0,25}{2}}\times0,60+$$
$$+\Big(\frac{0,30\times0,30}{2}\times\frac{0,25}{3}\Big)\times4+\Big(\frac{0,30\times0,25}{2}\times\frac{1,05}{3}\times2\Big)+\Big(\frac{0,60+1,20}{2}\times$$
$$\times1,05\times0,53\Big)+\Big(\frac{0,60+1,20}{2}\times1,05\times\frac{0,10}{2}\Big)\Big)\Big]+(0,30\times0,40\times0,20\times$$
$$\times2)+\Big(\frac{0,08+0,35}{2}\times1,40\Big)+(2,20\times2,00\times1,63)+(2,40\times2,00\times0,50)+$$
$$+(2,70\times2,00\times0,50)+(3,05\times2,00\times1,00)+(3,45\times2,00\times1,00)+$$
$$+(3,85\times2,00\times1,00)+(4,25\times2,00\times1,00)+(4,65\times2,00\times1,00)+$$
$$+(5,05\times2,00\times1,00)+(5,50\times2,00\times1,00)\Big\}=1300\times75,705\ .\ .\ .\ .\ .=98416,50\ \text{пуд.}$$

2) Вѣсъ земли, давящей на обрѣзы устоя до плоскости AB:

$$1000\Big\{\Big[\Big(\frac{0,30\times0,25}{2}\times0,60\Big)+\Big(\frac{0,30\times0,30}{2}\times\frac{0,25}{3}\times4\Big)+\Big(\frac{0,30\times0,25}{2}\times$$
$$\times\frac{1,05}{3}\times2\Big)+\Big(\frac{0,60+1,20}{2}\times1,05\times0,53\Big)+\Big(\frac{0,60+1,20}{2}\times1,05\times\frac{0,10}{2}\Big)\Big]+$$
$$+\Big[\Big(\frac{0,75+0,55}{2}\times0,20\Big)+\Big(\frac{1,05+0,75}{2}\times0,30\Big)+\Big(\frac{1,25+0,90}{2}\times0,35\Big)+$$
$$+\Big(\frac{1,90+1,02}{2}\times0,40\Big)+\Big(\frac{2,02+2,14}{2}\times0,40\Big)+\Big(\frac{3,14+2,75}{2}\times0,40\Big)+$$
$$+\Big(\frac{3,75+3,35}{2}\times0,40\Big)+\Big(\frac{4,35+3,98}{2}\times0,40\Big)+\Big(\frac{4,98+4,55}{2}\times0,45\Big)\Big]\times$$
$$\times2,00\Big\}=1000[(0,612)+(8,600\times2,00=17,600)]=1000\times18,212\ .\ .\ .=18212,00\ \text{„}$$

3) Давленіе отъ желѣзной фермы съ подвижной нагрузкой:

$2Q=2\times2385,00$ . . . . . = 4770,00 „

4) Вѣсъ паровоза, расположеннаго на устоѣ . . . . . = 3050,00 „

Давленіе на фундаментъ . . = 124448,50 пуд.

Площадь передачи давленія:

$$5,50\times2,00\times84^2=77616\ (\text{дм.})^2$$

Давленіе на кладку въ плоскости AB:

$$p_1=\frac{124448,5}{77616}=1,603\ \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Высота устоя, приведенная къ матеріалу кладки:

$$h=\frac{124448,5}{1300\times6,10\times2,70}=\frac{124448,5}{21411}=5,81\ \text{саж.}$$

Если чрезъ x обозначимъ *необходимую глубину заложенія*, то вся высота опоры:

$$H=h+x.$$

Высота, приведенная къ матеріалу насыпи:

$$H'=\frac{H\times1300}{1000}=(h+x)\times1,3.$$

Глубина заложенія по Паукеру:

$$x\geq tg^4\Big(45^0-\frac{\varphi}{2}\Big)\times(h+x)\times1,3,$$

гдѣ: φ — уголъ естественнаго откоса, принятый въ данномъ случаѣ $=35^0$.

Для него имѣемъ:

$$tg^4\Big(45^0-\frac{35}{2}\Big)=tg^4(27,5^0)=(0,521)^4=0,074.$$

А потому:

$$x=0,074(h+x)\times1,3.$$

При равенствѣ найдемъ:

$$x=\frac{1,3\times0,074\times h}{1-1,3\times0,074}=\frac{0,0962}{0,9038}\,h=0,106h=0,106\times5,81=0,616\ \text{саж.}$$

Принятая глубина заложенія по проекту $=1,70$ саж., — на отм. 79,30.

Коэффиціентъ устойчивости противъ выпиранія грунта:

$$m_2=\frac{1,70}{0,616}=2,76>2,75.$$

Основаніе устоя предположено заложить на слоѣ твердой синей глины и для увеличенія площади передачи всего давленія на грунтъ, фундаментъ дѣлается тремя уступами, какъ показано на прилагаемыхъ при семъ чертежахъ, при чемъ нижнія 0,60 саж. занимаетъ бетонный слой, проектируемый для равномѣрности передачи.

Полное давленіе на основаніе устоя составится изъ:

1) Давленія на фундаментъ . . . . . = 124448,50 пуд.

2) Вѣса фундамента:

$$1300\times[(6,10\times2,70\times0,60)+(6,70\times3,40\times0,60)]+1200\times(7,30\times$$
$$\times4,00\times0,60)=1300(10,211+13,668)+1200\times17,52=$$
$$=31042,7+21024,0.\ .\ .\ .\ .\ .

Плечо относительно ребра C:

$$r_0=\frac{7,30}{2}=3,65 \text{ саж.}$$

3) Вѣсъ земли на обрѣзы фундамента сзади устоя:

$$K'=1000[(10,90+11,50+12,10)\times 0,30\times 1,00]=10350,00 \text{ пуд.}$$

Плечо ея k' относительно ребра C опредѣлится:

$$k'=\frac{10,90\times 0,30\times 6,55+11,50\times 0,30\times 6,85+12,10\times 0,30\times 7,15}{(10,90+11,50+12,10)\times 0,30}=6,86 \text{ саж.}$$

4) Тоже — спереди устоя:

$$K''=1000\left\{\left(\frac{5,53+5,20}{2}+\frac{5,80+5,52}{2}+\frac{6,12+5,83}{2}\right)\times 0,30\times 1,00\right\}=5100,00 \text{ пуд.}$$

Плечо ея k'' опредѣлится:

$$k''=\frac{\frac{5,53+5,20}{2}\times 0,30\times 0,75+\frac{5,80+5,52}{2}\times 0,30\times 0,45+\frac{6,13+5,83}{2}\times 0,30\times 0,15}{\left(\frac{5,53+5,20}{2}+\frac{5,80+5,52}{2}+\frac{6,12+5,83}{2}\right)\times 0,30}=$$

$$=0,439 \text{ саж.}$$

II. Горизонтальныя:

1) $E=14677,12$ пуд.:

съ плечомъ относительно ребра A . . . . . $e=3,889$ саж.

„ „ „ „ C . . . . . $e_0=3,889+1,80=5,689$ саж.

2) Сзади устоя — E_1':

(Вѣсъ призмы $abcd=1000\times(10,90\times 1,26\times 1,00)=13734,00$ пуд.

Площадь, на которую давленіе передается:

$$1,26\times 1,00=1,26 \text{ (саж.)}^2$$

Нагрузка призмы обрушенія на 1 кв. саж.:

$$v=\frac{13734}{1,26}=10900 \text{ пуд.});$$

$$E_1'=\Psi h(\gamma h+2v)=0,136\times 1,80\times(1000\times 1,80+2\times 10900,00)=5777,28 \text{ пуд.};$$

$$e_1'=h\times\frac{\gamma h+3v}{3\gamma h+6v}=1,80\times\frac{1000\ .\ 1,8+3\ .\ 10900}{3\ .\ 1000\ .\ 1,8+6\ .\ 10900}=1,8\times 0,487=0,877 \text{ саж.}$$

3) Спереди устоя — E_1'':

{Вѣсъ призмы $efgh$:

$$1000\times\left(\frac{4,64+3,42}{2}\times 1,26\times 1,00\right)\times 5077,8 \text{ пуд.}$$

Площадь передачи давленія 1,26 кв. саж.

Нагрузка призмы обрушенія:

$$v=\frac{1000\ \frac{4,64+3,42}{2}\ 1,26}{1,26}=4030,00 \text{ пуд.}\};$$

$$E_1''=1,136\times 1,80\times(1000\times 1,80+2\times 4030,00)=2413,73 \text{ пуд.};$$

$$e_1''=1,80\times\frac{1000\times 1,8+3\times 4030}{3\ .\ 1000\ .\ 1,8+6\ .\ 4030}=1,8\times 0,4695=0,845 \text{ саж.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ *вертикальныхъ силъ* (до плоскости CD):

$$N=60470,00+15240,00+10350,00+5100,00=91160,00 \text{ пуд.}$$

Плечо ея n найдемъ:

$$n=\frac{60470\times 4,088+15240\times 3,65+10350\times 6,86+5100\times 0,439}{N}=$$

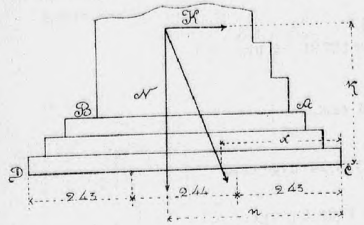
$$=\frac{247201,36+55626,00+71001,00+2238,900}{91160,00}=\frac{376067,26}{91160,00}=4,125 \text{ саж.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ:

$$K=14677,12+5777,28-2413,73=18040,67 \text{ пуд.}$$

Плечо ея k опредѣлится:

$$k=\frac{14677,12\times 5,689+5777,28\times 0,877-2413,73\times 0,845}{K}=\frac{86525,208}{18040,67}=4,796 \text{ саж.}$$



И такъ, для опредѣленія разстоянія центра давленія въ плоскости CD отъ ребра C имѣемъ:

$$x=4,125-4,796\times\frac{18040,67}{91160,00}=4,125-$$

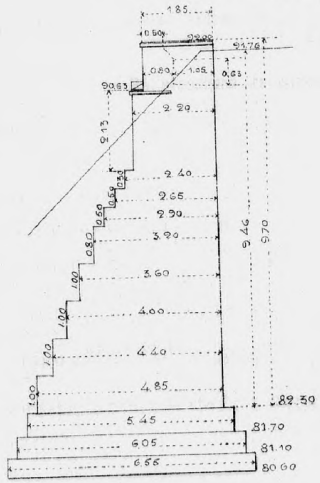
$$-4,796\times 0,2=4,125-0,959=$$

$$=3,166 \text{ саж.}>2,43\left(=\frac{7,30}{3}\right),$$

т. е. *равнодѣйствующая всѣхъ дѣйствующихъ на устой (до плоскости CD) силъ проходитъ въ средней трети основанія.*

2) Повѣрка устойчивости Данковскаго устоя.

А) Противъ вращенія относительно ребра А.



Статическій моментъ сѣченія каменной кладки устоя до плоскости AB относительно ребра A:

$$S_1=\left(\frac{0,50+0,80}{2}\times 0,25\times 3,325\right)+(0,80\times$$

$$\times 0,63\times 3,400)+\left(\frac{0,10\times 1,05}{2}\times 4,150\right)+$$

$$+(1,85\times 0,27\times 3,775)+(2,20\times 2,13\times$$

$$\times 3,75)+(2,40\times 0,50\times 3,65)+(2,65\times$$

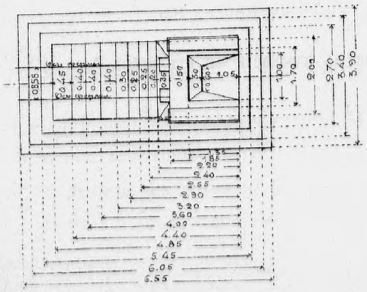
$$\times 0,50\times 3,525)+(2,90\times 0,50\times 3,40)+$$

$$+(3,20\times 0,80\times 3,25)+(3,60\times 1,00\times$$

$$\times 3,05)+(4,00\times 1,00\times 2,85)+(4,40\times$$

$$\times 1,00\times 2,65)+(4,85\times 1,00\times 2,425)=$$

$$=90,032 \text{ (саж.)}^3$$



Статическій моментъ сѣченія засыпки земли, приходящейся на задніе обрѣзы устоя относительно того же ребра:

$$S_2=(0,30\times 0,12\times 3,65)+\left(\frac{0,30\times 0,25}{2}\times 3,70\right)+$$

$$+(1,05\times 1,00\times 4,325)+\left(\frac{0,10\times 1,05}{2}\times\right.$$

$$\left.\times 4,50\right)=5,047 \text{ (саж.)}^3$$

Статическій моментъ сѣченія засыпки земли на переднихъ обрѣзахъ устоя:

$$S_3=\left(\frac{1,28+1,10}{2}\times 0,20\times 2,55\right)+\left(\frac{1,60+1,35}{2}\times 0,25\times 2,325\right)+\left(\frac{1,85+1,58}{2}\times 0,25\times 2,075\right)+$$
$$+\left(\frac{2,08+1,78}{2}\times 0,30\times 1,80\right)+\left(\frac{2,58+2,20}{2}\times 0,40\times 1,45\right)+\left(\frac{3,20+2,80}{2}\times 0,40\times 1,05\right)+$$
$$+\left(\frac{3,80+3,43}{2}\times 0,40\times 0,65\right)+\left(\frac{4,43+3,97}{2}\times 0,45\times 0,225\right)=7,407\ (\text{саж.})^3$$

Оставляя обозначенія, что и на стр. 3, имѣемъ:

$$M_1=1300\times 90,032+1000(5,047+7,407)=117041,6+12454,00=129495,6 \text{ пудо-саж.}$$

Распоръ земли сзади устоя:

$$E_1=0,136\times 9,70^2\times 1000=12796,24 \text{ пуд.}$$

Плечо его:

$$e_1=\frac{9,70}{3}=3,233 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$M_2'=12796,24\times 3,233=41370,24 \text{ пудо-саж.}$$

Распоръ обратный.

$$E_2=0,136\times 1000\times 2,95^2=1183,54 \text{ пуд.};$$
$$e_2=\frac{2,95}{3}=0,983 \text{ саж.};$$
$$M_2''=1183,54\times 0,983=1163,42 \text{ пудо-саж.};$$
$$M_2=M_2'-M_2''=40206,82 \text{ пудо-саж.};$$
$$m=\frac{M_1}{M_2}=\frac{129495,6}{40206,82}=3,22>2,75.$$

B) Повѣрка устойчивости противъ скольженія въ плоскости AB:

$f=0,7;$

$E=E_1-E_2=11612,70$ пуд.;

$$P=1300\left\{\left[\left(\frac{0,50+0,80}{2}\times 0,25\right)+(0,80\times 0,63)+\left(\frac{0,10\times 1,05}{2}\right)+(1,85\times 0,27)+(2,20\times 2,13)+\right.\right.$$
$$+(2,40\times 0,50)+(2,65\times 0,50)+(2,90\times 0,50)+(3,20\times 0,80)+(3,60+4,00+4,40+4,85)\times$$
$$\left.\times 1,00\right]\times 1,00\right\}+1000\times 1,00\left\{\left[(0,30\times 0,12)+\left(\frac{0,30\times 0,25}{2}\right)+(1,05\times 1,00)+\right.\right.$$
$$\left.+\left(\frac{0,10\times 1,05}{1}\right)\right]+\left[\left(\frac{1,28+1,10}{2}\times 0,20\right)+\left(\frac{1,60+1,35}{2}\times 0,25\right)+\left(\frac{1,85+1,58}{2}\times 0,25\right)+\right.$$
$$+\left(\frac{2,08+1,78}{2}\times 0,30\right)+\left(\frac{2,58+2,20}{2}\times 0,40\right)+\left(\frac{3,20+2,80}{2}\times 0,40\right)+\left(\frac{3,80+3,43}{2}\times 0,40\right)+$$
$$\left.\left.+\left(\frac{4,43+3,97}{2}\times 0,45\right)\right]\right\}=1300\times 29,290+1000(1,777+7,107)=38077+8284,0=$$
$$=46361,00 \text{ пуд.}$$

Коэффиціентъ устойчивости:

$$m_1=f\cdot\frac{P}{E}=0,7\times\frac{46361}{11612,7}=0,7\times 4=2,80>2,75.$$

C) Опредѣленіе разстоянія центра давленія въ плоскости AB отъ ребра A.

Дѣйствующія силы:

1) $P=46361$ пуд.

$$p=\frac{M_1}{P}=\frac{129495,6}{46361,00}.$$

2) $Q=2385,00$ пуд.

$$q=\frac{0,30}{2}+0,05+2,65=2,85 \text{ саж.}$$

$$Qq=2385,00\times 2,85=6797,25 \text{ пудо-саж.}$$

I. Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ:

$$R=P+Q=48746,00 \text{ пуд.}$$

Плечо ея:

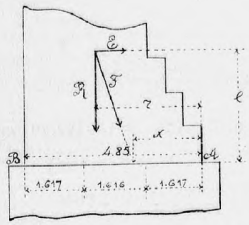
$$r=\frac{Pp+Qq}{R}=\frac{129495,6+6797,25}{48361,00}=2,818 \text{ саж.}$$

II. Равнодѣйствующая горизонтальныхъ силъ:

$$E=11612,70 \text{ пуд.}$$

Плечо ея:

$$e=\frac{E_1e_1-E_2e_2}{E}=\frac{M_2}{E}=\frac{40206,82}{11612,70}=3,462 \text{ саж.}$$



Изъ чертежа имѣемъ:

$$x=r-e\cdot\frac{E}{R}=2,818-3,462\cdot\frac{11612,70}{48361,00}=2,720-$$
$$-3,462\times 0,240=2,720-0,830=1,890 \text{ саж.}>$$
$$>1,617\left(=\frac{4,85}{3}\right),$$

т. е. *равнодѣйствующая всѣхъ силъ проходитъ въ средней трети плоскости AB.*

D) Повѣрка глубины заложенія фундамента подъ Данковскій устой и опредѣленіе давленія на кладку и грунтъ.

1) Вѣсъ каменной кладки всего устоя до плоскости AB:

$$1300\left\{\left[(0,27\times 0,12\times 1,87)\times 2\right]+\left\{(1,85\times 2,00\times 1,15)-\left[\left(\frac{0,30\times 0,25}{2}\times 0,60\right)+\right.\right.\right.$$
$$+\left(\frac{0,30\times 0,30}{2}\times\frac{0,25}{3}\times 4\right)+\left(\frac{0,30\times 0,25}{2}\times\frac{1,05}{3}\times 2\right)+\left(\frac{0,60+1,20}{2}\times\right.$$
$$\left.\left.\times 1,05\times 0,53\right)+\left(\frac{0,60+1,20}{2}\times 1,05\times\frac{0,10}{2}\right)\right]\right\}+(0,30\times 0,40\times 0,20\times$$
$$\times 2)+\left(\frac{0,08\times 0,35}{2}\times 1,40\right)+(2,20\times 2,00\times 2,13)+(2,40\times 2,00\times 0,50)+$$
$$+(2,65\times 2,00\times 0,50)+(2,90\times 2,00\times 0,50)+(3,20\times 0,80\times 2,00)+$$
$$+(3,60\times 2,00\times 1,00)+(4,00\times 2,00\times 1,00)+(4,40\times 2,00\times 1,00)+$$
$$\left.+(4,85\times 2,00\times 1,00)\right\}=1300\times 59,954 \ldots\ldots\ldots\ldots=77940,20 \text{ пуд.}$$

2) Вѣсъ земли, давящей на обрѣзы устоя:

$$1000\left\{\left[\left(\frac{0,30\times 0,25}{2}\times 0,60\right)+\left(\frac{0,30\times 0,30}{2}\times\frac{0,25}{3}\times 4\right)+\left(\frac{0,30\times 0,25}{2}\times\right.\right.\right.$$
$$\left.\times\frac{1,05}{3}\times 2\right)+\left(\frac{0,60+1,20}{2}\times 1,05\times 0,53\right)+\left(\frac{0,60+1,20}{2}\times 1,05\times\frac{0,10}{2}\right)\Big]+$$
$$+\left[\left(\frac{1,28+1,10}{2}\times 0,20\right)+\left(\frac{1,60+1,35}{2}+\frac{1,85+1,58}{2}\right)\times 0,25\times\left(\frac{2,08+1,78}{2}\times\right.\right.$$
$$\left.\times 0,30\right)+\tfrac{1}{2}(2,58+2,20+3,20+2,80+3,80+3,43)\times 0,40+$$
$$\left.\left.+\left(\frac{4,43+3,97}{2}\times 0,45\right)\right]\times 2,00\right\}=1000\left[(0,612)+(7,107\times 2,00=\right.$$
$$\left.=14,214)\right]=1000\times 14,826 \ldots\ldots\ldots\ldots=14826,00 \text{ „}$$

3) Давленіе отъ фермъ $2Q$ . . . . . = 4770,00 „

4) Вѣсъ паровоза—на устоѣ . . . . . = 3050,00 „

Давленіе на фундаментъ . . . = 100622,20 пуд.

Площадь передачи давленія:

$$4{,}85 \times 2{,}20 \times 84^2 = 75287{,}52 \text{ (дм.)}^2$$

Давленіе на кладку въ плоскости AB:

$$p_1 = \frac{100622{,}20}{75287{,}52} = 1{,}34 \frac{\text{пуд.}}{\text{(дм.)}^2}$$

Высота устоя, приведенная къ матеріалу кладки:

$$h = \frac{100622{,}20}{1300 \times 5{,}45 \times 2{,}70} = \frac{100622{,}20}{19129{,}5} = 5{,}26 \text{ саж.}$$

По предъидущему (см. стр. 7) необходимая глубина заложенія по Паукеру:

$$x = 0{,}106h = 0{,}106 \times 5{,}26 = 0{,}558 \text{ саж.}$$

Принявъ глубину заложенія по проекту $= 1{,}60$ саж.,—на отмѣткѣ 80,60, для коэффиціента противъ выпиранія имѣемъ:

$$m_2 = \frac{1{,}60}{0{,}558} = 2{,}86 > 2{,}75.$$

Полное давленіе на основаніе устоя составится изъ:

1) Давленія на фундаментъ . . . . . $= 100622{,}20$ пуд.

2) Вѣса фундамента:

$1300 \times [(5{,}45 \times 2{,}70 \times 0{,}60) + (6{,}05 \times 3{,}40 \times 0{,}60)] + 1200 \times (6{,}55 \times$
$\times\ 3{,}90 \times 0{,}50) = 1300 \times 21{,}171 + 1200 \times 12{,}773 = 27522 +$
$+ 15327{,}00$ . . . . . $= 42849{,}00$ „

3) Вѣса земли надъ обрѣзами фундамента впереди и сзади устоя:

$1000 \times \Big\{[(9{,}70 + 10{,}30) \times 2{,}60 \times 0{,}30 + 10{,}80 \times 2{,}60 \times 0{,}25] + \Big(\frac{1}{2} \times$
$\times 2{,}00 \times (3{,}97 + 4{,}65 + 5{,}25 + 5{,}00) \times 0{,}3 + \frac{5{,}60 + 5{,}30}{2} \times 0{,}25 \times$
$\times\ 2{,}00\Big)\Big\} = 1000 \times 28{,}950$ . . . . . $= 28950{,}00$ „

Итого . . . $= 172421{,}20$ пуд.

Площадь передачи давленія:

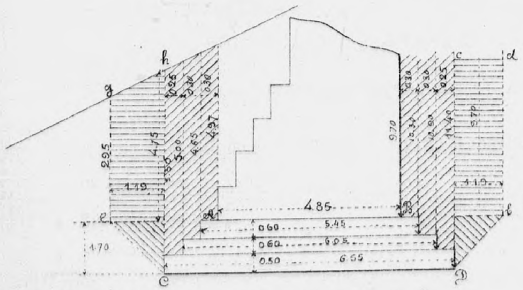
$$6{,}55 \times 3{,}90 \times 84^2 = 180245{,}52 \text{ (дм.)}^2$$

Давленіе на грунтъ:

$$p_2 = \frac{172421{,}20}{180245{,}52} = 0{,}96 \frac{\text{пуд.}}{\text{(дм.)}^2},$$

что въ данномъ случаѣ,—для плотной сѣрой глины,—допустить возможно.

E) Нахожденіе центра давленія въ плоскости CD.



I. Силы вертикальныя.

1) $R = 48361{,}00$ пуд.

Плечо относительно ребра A:

$r = 2{,}818$ саж.

Плечо относительно ребра C:

$r_1 = 2{,}818 + 0{,}30 \times 2 + 0{,}25 = 3{,}668$ саж.

2) Вѣсъ фундамента:

$R' = 1300\,[(5{,}45 \times 0{,}60 \times 1{,}00) +$
$+ (6{,}05 \times 0{,}60 \times 1{,}00)] +$
$+ 1200(6{,}55 \times 0{,}50 \times 1{,}00) =$
$= 8970{,}00 + 3930{,}00 =$
$= 12900{,}00$ пуд.

Плечо относительно ребра C: $r_0 = \frac{6{,}55}{2} = 3{,}275$ саж.

3) Вѣсъ земли на обрѣзы фундамента сзади устоя:

$$K' = 1000[(9{,}70 + 10{,}30) \times 0{,}30 + 10{,}90 \times 0{,}25] \times 1{,}00 = 8725{,}00 \text{ пуд.}$$

Плечо ея:

$$k' = \frac{9{,}70 \times 0{,}30 \times 5{,}85 + 10{,}30 \times 0{,}30 \times 6{,}15 + 10{,}90 \times 0{,}25 \times 6{,}425}{(9{,}70 + 10{,}30) \times 0{,}30 + 10{,}90 \times 0{,}25} = 6{,}136 \text{ саж.}$$

4) Тоже спереди устоя:

$$K'' = 1000\left(\frac{5{,}30 + 5{,}60}{2} \times 0{,}25 + \frac{5{,}00 + 5{,}25}{2} + 0{,}30 + \frac{4{,}65 + 4{,}97}{2} \times 0{,}30\right) 1{,}00 = 1000 \times 4{,}343 =$$
$$= 4343{,}00 \text{ пуд.}$$

Плечо ея:

$$k'' = \frac{\frac{5{,}30 + 5{,}60}{2} \times 0{,}25 + 0{,}125 + \frac{5{,}00 + 5{,}25}{2} \times 0{,}30 \times 0{,}40 + \frac{4{,}65 + 4{,}97}{2} \times 0{,}30 \times 0{,}70}{\frac{5{,}30 + 5{,}60}{2} \times 0{,}25 + \frac{1}{2}(5{,}00 + 5{,}25 + 4{,}65 + 4{,}97) \times 0{,}30} = 0{,}413 \text{ саж.}$$

II. Горизонтальныя силы.

1) $E = 11612{,}70$ пуд.

Плечо относительно ребра A . . . . $e = 3{,}462$ саж.

„ „ „ C . . . . . $e_0 = 3{,}462 + 1{,}70 = 5{,}162$ саж.

2) Сзади устоя—E_1':

Вѣсъ призмы $abcd = 1000 \times 9{,}70 \times 1{,}19 \times 1{,}00 = 11543$ пуд.

Площадь, на которую давленіе передается:

$$1{,}19 \times 1{,}00 = 1{,}19 \text{ кв. саж.}$$

Нагрузка призмы обрушенія:

$$v = \frac{1000 \times 9{,}70 \times 1{,}19 \times 1{,}00}{1{,}19 \times 1{,}00} = 9700 \text{ пуд.};$$

$$E_1' = 0{,}136 \times 1{,}70 \times (1000 \times 1{,}70 + 2 \times 9700) = 4878{,}32 \text{ пуд.};$$

$$e_1' = 1{,}70 \times \frac{1000 \times 1{,}70 + 3 \times 9700}{3 \,.\, 1000 \,.\, 1{,}70 + 6 \times 9700} = 1{,}7 \times 0{,}487 = 0{,}828 \text{ саж.}$$

3) Спереди устоя—E_1'':

Вѣсъ призмы $efgh$: $1000 \times \left(\frac{2{,}95 + 4{,}15}{2} \times 1{,}19 \times 1{,}00\right) = 8449$ пуд.

Площадь передачи: 1,19 кв. саж.

$$v = 1000 \times \frac{2{,}95 + 4{,}15}{2} = 7100{,}00 \text{ пуд.};$$

$$E_1'' = 0{,}136 \times 1{,}70 \times (1000 \times 1{,}70 + 2 \times 7100) = 3676{,}08 \text{ пуд.};$$

$$e_1'' = 1{,}70 \times \frac{1000 \times 1{,}70 + 3 \times 7100}{3 \,.\, 1000 \,.\, 1{,}70 + 6 \times 7100} = 1{,}7 \times 0{,}482 = 0{,}819 \text{ саж.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ (до плоскости CD):

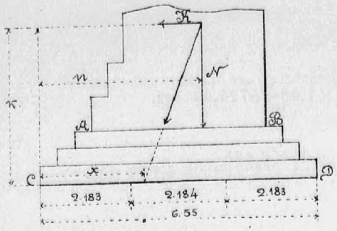
$$N = 48361{,}00 + 12900{,}00 + 8725{,}00 + 4343{,}00 = 74329{,}00 \text{ пуд.}$$

Плечо ея:

$$n = \frac{48361{,}00 \times 3{,}668 + 12900{,}00 \times 3{,}275 + 8725{,}00 \times 6{,}136 + 4343{,}00 \times 0{,}413}{74329{,}00} = \frac{274925{,}91}{74329{,}00} =$$
$$= 3{,}70 \text{ саж.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ:

$$K = 11612{,}70 + 4878{,}32 - 3676{,}08 - 12814{,}94 \text{ пуд.}$$



Плечо ея:

$$k=\frac{11612{,}70\times5{,}162+4878{,}32\times0{,}828-3676{,}08\times0{,}819}{K}=$$

$$=\frac{60973{,}30}{12814{,}94}=4{,}759 \text{ саж.}$$

По чертежу имѣемъ:

$$x=3{,}70-4{,}759\times\frac{12814{,}94}{74329{,}00}=3{,}570-0{,}820=2{,}75>$$

$$>2{,}183\left(=\frac{6{,}55}{3}\right),$$

т. е. *равнодѣйствующая всѣхъ дѣйствующихъ на устой силъ проходитъ въ средней трети основанія.*

III. Быки.

Промежуточная опора поддерживаетъ концы фермъ, перекрывающихъ средній 15-ти саж. пролетъ и крайній 7-ми саж. пролетъ.

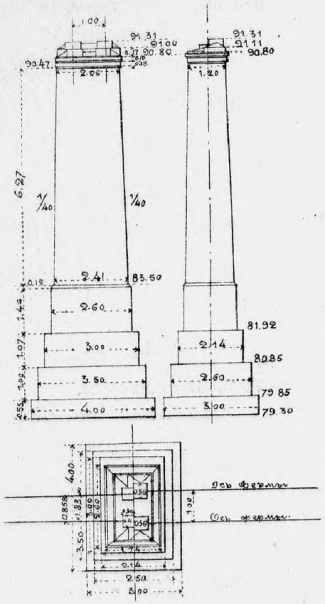
Отмѣтка подошвы рельса . . . . . 92,00.

Отмѣтка подферменника 15-ти саж. фермы . 91,31.

Отмѣтка подферменника 7-ми саж. фермы . 91,00.

Отмѣтка подошвы основанія . . . . . 79,30.

Кромѣ вертикальной нагрузки быки подвергаются еще распору земли откоса передъ устоемъ.

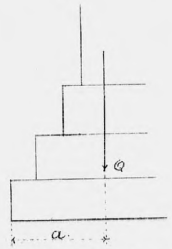


I. Повѣрка устойчивости быка.

(Плечи взяты относительно наружнаго ребра нижняго основанія).

№№	Вертикальныя силы.	Вѣсъ.	Плечо	Моментъ.
1	Наибольшее опорное давленіе 15-ти саж. фермы:			
	2×4594.	9188	1,35	12403,8
2	Наибольшее опорное давленіе 7-ми саж. фермы:			
	2×2385.	4770	1,65	7870,5
3	Подферменные камни:			
	2×0,50×0,56×0,25×1300	182	1,35	245,7
	2×0,30×0,40×0,20×1300	62,4	1,65	102,96
4	Стѣнка для подферменниковъ 15-ти саж. фермы:			
	0,70×2,06×0,14×1300 . .	262,4	1,35	354,24

№№	Вертикальныя силы.	Вѣсъ пуд.	Плечо саж.	Моментъ.
5	$\frac{1}{3}\times6{,}97\,(2{,}06\times1{,}20+2{,}41\times1{,}55+$ $+\sqrt{2{,}06\times1{,}20\times2{,}41\times1{,}55})\times1300$	27888,7	1,50	41833
6	21,58×2,60×1,74×1300	9292,4	1,50	13938
7	1,07×3,00×2,14×1300	8929,7	1,50	13394
8	1,00×3,50×2,50×1300	11375	1,50	17062
9	0,55×4,00×3,00×1300	8580	1,50	12870
	Давленіе земли на обрѣзы фундамента:			
10	0,15×3,00×1,58×1000	711	2,445	1738
11	$2\times0{,}20\times1{,}65\times\frac{1{,}58}{2}\times1000$ . . .	521,4	1,82	949
12	0,18×3,50×2,65×1000	1669,5	2,66	4441
13	$0{,}25\times2{,}14\times\frac{1}{2}(1{,}07+2{,}65)\times1000$	995	1,65	1642
14	0,25×4,00×3,65×1000	3650	2,875	10494
15	$0{,}25\times2{,}50\times\frac{1}{2}(2{,}07+3{,}65)\times1000$	1787,5	1,61	2878
		92223		142216



Сумма вертикальныхъ силъ:

$$Q=92223.$$

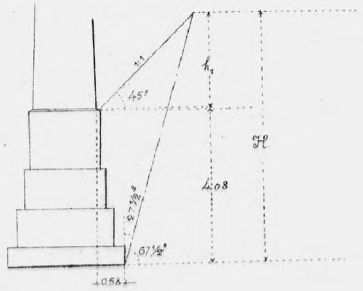
Сумма моментовъ:

$$M_1=142216.$$

Плечо равнодѣйствующей Q относительно передняго ребра:

$$a=\frac{M_1}{Q}=1{,}542.$$

Горизонтальное усиліе, дѣйствующее на быкъ, получается отъ распора земли откоса передъ устоемъ, стремящагося опрокинуть или сдвинуть быкъ въ сторону русла.



Для опредѣленія распора воспользуемся формулой:

$$E=\gamma\left(\frac{H^2-h_1^2}{2}\right)tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)A, \text{ здѣсь:}$$

γ—вѣсъ 1 куб. саж. земли=1000 пуд.:

$$tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=tg27^1/_2{}^0=0,521;$$

A—ширина быка;

$$A=\frac{1}{4,08}(2,60\times1,46+3,00\times1,07+3,50\times1,00+4,00\times0,55)=3,10 \text{ саж.};$$

h_1—высота откоса опредѣлится изъ уравненія:

$$\frac{h_1+4,08}{tg62^1/_2{}^0}=h_1-0,58, \text{ откуда:}$$

$$h_1=\frac{4,08+0,58\times1,921}{0,921}=5,64 \text{ саж.}$$

$$H=5,64+4,08=9,72 \text{ саж.};$$

$$E=\frac{1}{2}\times1000\times(9,72^2\times0,521-5,64^2\times1,00)\times0,521\times3,10=\frac{1}{2}\times1000\times17,414\times0,521\times$$
$$\times3,10=14063 \text{ пуд.}$$

Плечо силы распора:

$$e=\frac{H-h_1}{3}=\frac{4,08}{3}=1,36 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$M_2=Ee=14063\times1,36=19126.$$

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе:

$$\vartheta=\frac{M_1}{M_2}=\frac{142216}{19126}=7,43.$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$\eta=\frac{fQ}{E};$$

f—коэффиціентъ тренія=0,7:

$$\eta=\frac{0,7\times92223}{14063}=4,59.$$

II. Повѣрка глубины заложенія основанія быка.

Полное вертикальное давленіе быка на основаніе:

$$Q=92223.$$

Площадь основанія быка:

$$\Omega=4,00\times3,00=12,00 \text{ кв. саж.}$$

Давленіе на 1 кв. саж.:

$$\triangle=\frac{Q}{\Omega}=\frac{92223}{12,00}=7685,25 \text{ пуд.}$$

Высота столба земли, производящаго равное давленіе:

$$H'=\frac{\triangle}{1000}=7,685 \text{ саж.}$$

Достаточность глубины заложенія провѣримъ по формулѣ инженера Янковскаго, результаты вычисленія по которой весьма близко сходятся съ опытными данными, полученными проф. Курдюмовымъ:

$$H'=2h\left[\frac{tg\left(\frac{45^0+\varphi}{2}\right)}{tg\left(\frac{45^0-\varphi}{2}\right)}\right]^2, \text{ здѣсь:}$$

h—глубина заложенія, соотвѣтствующая временному сопротивленію грунта;

φ—уголъ естественнаго откоса песка=32^0.

Ввиду того, что прочное сопротивленіе слѣдуетъ принять въ 5 разъ менѣе временнаго сопротивленія, при опредѣленіи по этой формулѣ достаточности глубины заложенія, коэффиціентъ запаса долженъ быть въ 5 разъ болѣе, т. е. слѣдуетъ принять:

$$k=\text{отъ } 12 \text{ до } 15.$$

Тогда обычный коэффиціентъ запаса, вычисляемый обыкновенно относительно прочнаго сопротивленія матеріаловъ:

$$\lambda=\frac{1}{5}k.$$

Для даннаго случая имѣемъ:

$$H=7,685 \text{ саж.}$$

$$\left[\frac{tg\left(\frac{45^0+\varphi}{2}\right)}{tg\left(\frac{45^0-\varphi}{2}\right)}\right]^2=\left(\frac{tg38,5^0}{tg6,5^0}\right)^2=\left(\frac{0,795}{0,114}\right)^2=\frac{0,632}{0,9130}=48,61.$$

Такимъ образомъ глубина, соотвѣтствующая временному сопротивленію грунта:

$$h=\frac{H'}{2\times48,61}=0,07905\backsim0,08.$$

Дѣйствительная глубина:

$$H=80,74-79,30=1,44 \text{ саж.}$$

Коэффиціентъ прочности:

$$\lambda=\frac{1}{5}\cdot\frac{H}{h}=\frac{1,44}{0,08\times5}=3,60.$$

III. Давленіе подошвы быка на основаніе.

Выше опредѣлено давленіе на 1 кв. саж. основанія:

$$\triangle=7685,25 \text{ пуд.}$$

Это составляетъ на 1 кв. дм.:

$$N=\frac{\triangle}{7056}=1,089 \text{ пуд.}$$

Основаніе быковъ заложено въ слоѣ плотной синей глины, способной вполнѣ прочно сопротивляться найденному давленію.

Главный Инженеръ *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Б. Беккеръ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Утвержденъ Департаментомъ жел. дорогъ по докладу 27 Мая 1898 г. № 914 съ тѣмъ, чтобы:

1) въ каждомъ конусѣ было устроено по двѣ бермы шириною каждая въ 0,50 саж., вслѣдствіе чего придется удлинить крайніе пролеты на 1 саж. каждый;

2) боковымъ гранямъ устоевъ придать уклонъ въ 0,03.

Опредѣленіе глубины заложенія основаній опоръ моста, укрѣпленія конусовъ и русла подъ мостомъ предоставляется соглашенію Инспектора съ Главнымъ Инженеромъ по постройкѣ.

Подписалъ: За Директора Бѣлинскій.

Скрѣпилъ: Дѣлопроизводитель Мацѣевскій.

На копіи написано:

Вѣрно: Помощникъ Дѣлопроизводителя (подпись).

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Дополненіе къ расчету отверстія моста чрезъ р. Гнилушу.

Въ пояснительной запискѣ къ проекту моста чрезъ р. Гнилушу за основаніе для опредѣленія отверстія моста принятъ расходъ воды въ рѣкѣ, наблюденный во время паводка 4 Іюля 1897 г. послѣ сильнаго ливня:

$$Q = 20{,}01 \text{ куб. саж.}$$

Наблюденный горизонтъ паводка 81,82.

Чтобы убѣдиться въ томъ, что наблюденный ливень дѣйствительно даетъ наибольшій расходъ воды, воспользуемся нормами Кестлина и сравнимъ наблюденный и теоретическіе расходы.

Площадь бассейна р. Гнилуши $\Omega = 55{,}71$ кв. в.

Уклонъ водотока $i_0 > 0{,}005$.

Длина 10 верстъ.

Соотвѣтствующій коэффиціентъ по Кестлину опредѣлимъ интерполируя между длиною 7 и 10,5 верстъ.

При длинѣ 7 верстъ $k = 0{,}25$.

„ „ 10,5 „ $k = 0{,}188$.

Слѣдовательно, длинѣ бассейна въ 10 верстъ соотвѣтствуетъ коэффиціентъ:

$$k = \left(0{,}25 - \frac{(0{,}25 - 0{,}188) \times 3{,}00}{3{,}5}\right) = 0{,}25 - 0{,}0567 = 0{,}1933.$$

Теоретическій расходъ:

$$Q_t = 1{,}875 \times 55{,}71 \times 0{,}1933 = 20{,}19 \text{ куб. саж.}$$

Копія съ копіи.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:

Къ утвержденному проекту путепровода, на 90-й верстѣ Данковъ-Смоленской линіи, надъ полотномъ Елецкой вѣтви, Сызрано-Вяземской дороги. Іюня 4 дня 1898 года.

Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.

На копіи написано: Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

(Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки).

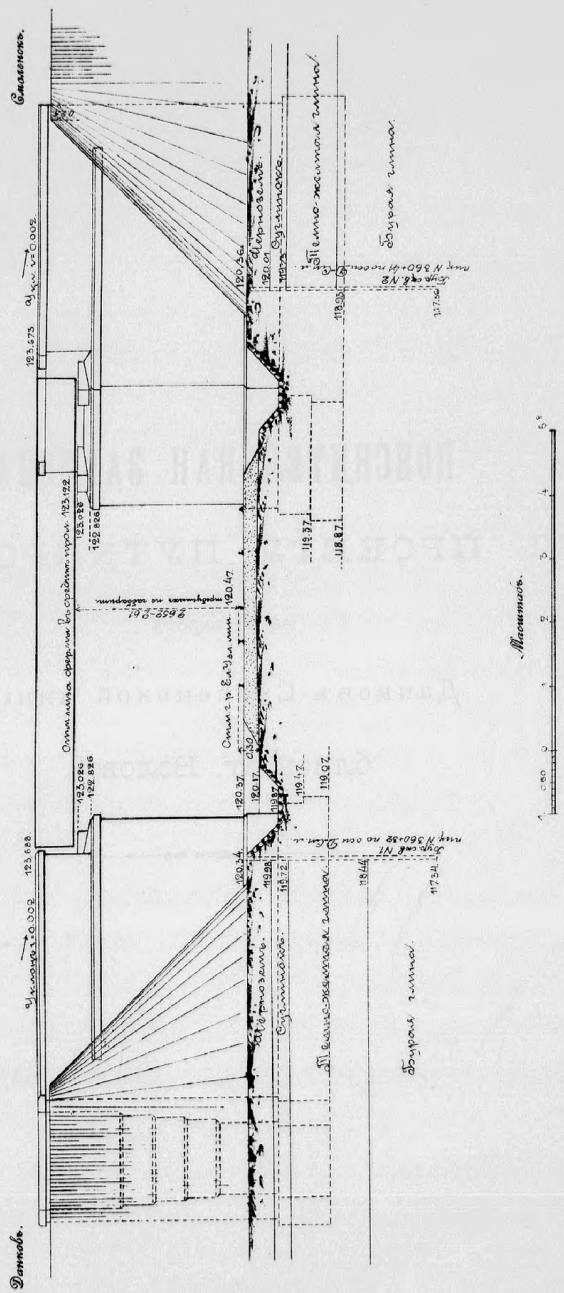
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КЪ ПРОЕКТУ ПУТЕПРОВОДА

на 90 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи

близь ст. Волово.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту путепровода на 90 верстѣ Данковъ-Смоленской линіи на пересѣченіи ея съ линіей Узловая-Елецъ Сызрано-Вяземской ж. д., близъ ст. Волово.

Согласно журналу Комиссіи по обсужденію узлового пересѣченія Данковъ-Смоленской линіи Общества Рязанско-Уральской ж. д. у ст. Волово съ вѣтвью Узловая-Улецъ, Сызрано-Вяземской ж. д., путепроводъ на пересѣченіи этихъ линій, для проведенія Данковъ-Смоленской линіи поверхъ Сызрано-Вяземской, долженъ быть сдѣланъ на два пути Сызрано-Вяземской и на одинъ путь Данковъ-Смоленской желѣзной дороги.

Пересѣченіе существующаго праваго пути вѣтви Узловая-Елецъ съ строящейся линіей Данковъ-Смоленской находится на пик. № 553+5,70 по линіи Узловая-Елецъ и на пик. № 360+36,20 по линіи Данковъ-Смоленской.

Уголъ между осями пересѣкающихся линій—60°.

При разстояніи по нормали между осями двухъ путей линіи Узловая-Елецъ въ 1,80 саж., пересѣченіе оси двухъ путей линіи Узловая-Елецъ съ осью Данковъ-Смоленской расположится на пик. № 360+35,16 Данковъ-Смоленской линіи.

Фермы путепровода косыя, пролетомъ 7 саж. съ ѣздою по низу; расчетный пролетъ 7,43 саж., разстояніе между осями фермъ 2,43 саж., уголъ косины 61°10′.

Путепроводъ располагается на уклонѣ 0,002; отмѣтка подошвы рельса по срединѣ пролета на пик. № 360+35,16, согласно продольнаго профиля должна быть 123,68; отмѣтка подошвы рельса надъ срединой подферменника Данковскаго устоя — $123{,}68+\frac{7{,}43}{2}\times 0{,}002=123{,}687$; отмѣтка подошвы рельса надъ срединой подферменника Смоленскаго устоя—$123{,}68-\frac{7{,}43}{2}\times 0{,}002=123{,}673$.

Въ виду незначительной разности отмѣтокъ подошвъ рельсовъ надъ подферменниками устоевъ, а именно 123,687—123,673=0,014 саж.=$\backsim 1\frac{1}{4}''$, фермы предположено установить горизонтально, продольный же уклонъ пути достигнуть постепеннымъ измѣненіемъ высоты поперечинъ, съ такимъ расчетомъ, чтобы на Смоленскомъ устоѣ поперечины имѣли нормальную, показанную на проектѣ косой фермы, толщину подъ рельсомъ 10″, а на Данковскомъ—толщину въ $11\frac{1}{4}''$.

Въ такомъ случаѣ отмѣтка подферменной площадки будетъ:

$$123{,}673-0{,}847=122{,}826.$$

Отмѣтка верха подферменниковъ:

$$123{,}673-0{,}647=123{,}026.$$

Отмѣтка низа фермъ по срединѣ пролета:

$$123{,}673-0{,}551=123{,}122.$$

При отмѣткѣ головки рельса линіи Узловая-Елецъ—120,47,—свободная высота проѣзда подъ мостомъ равна:

$$123{,}122-120{,}470=2{,}652 \text{ саж.}>2{,}61 \text{ саж.},—$$

требуемыхъ по габариту подвижного состава.

Отмѣтка подошвы рельса надъ лицевыми гранями устоевъ:

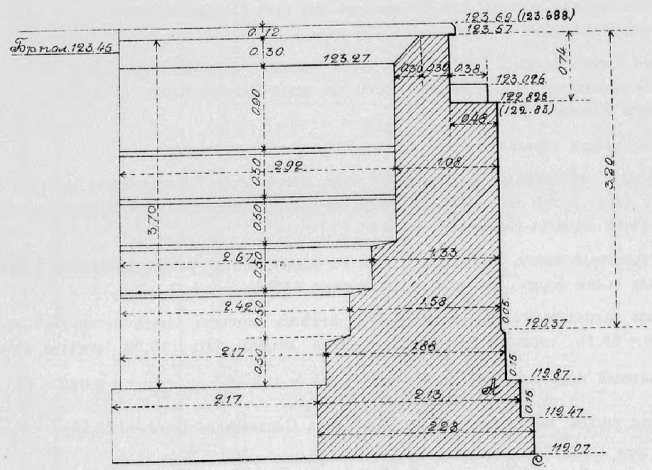
Данковскаго — $123{,}68+\left(\frac{7{,}43}{2}+0{,}43\right)0{,}002=123{,}688.$

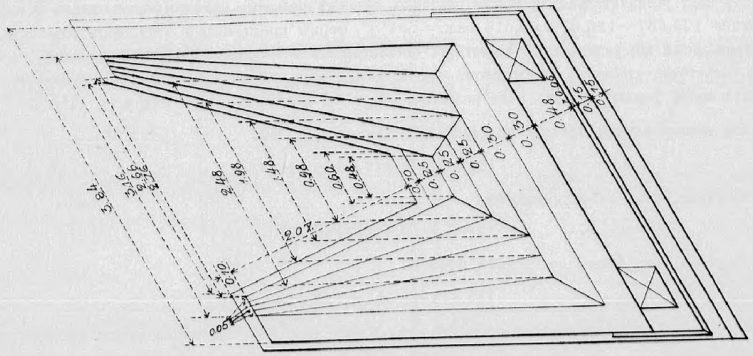
Смоленскаго — $123{,}68-\left(\frac{7{,}43}{2}+0{,}43\right)0{,}002=123{,}672.$

Расчетъ устойчивости устоевъ.

Расчетъ устойчивости сдѣланъ для Данковскаго устоя, при чемъ для упрощенія выкладокъ принято, что верхняя грань его горизонтальна; тогда отмѣтка подошвы рельса будетъ 123,69(=123,688), отмѣтка бровки полотна при толщинѣ балласта въ 0,24 саж.—123,45.

Данковскій устой.





А) Устойчивость въ плоскости фундамента.

Вертикальныя силы:

1) Вѣсъ кладки устоя между отмѣтками 123,57 и 119,87:

$$1300\Big\{3{,}84\times4{,}05\times3{,}70-0{,}48\times3{,}84\times0{,}74-0{,}05\times3{,}84\times3{,}20-\Big[\frac{3{,}16\times3{,}22\times\frac{(3{,}16+2{,}48)}{2}\times2{,}92}{2}\times0{,}30+\frac{1}{2}(3{,}16+2{,}48)\times2{,}92\times0{,}90+\frac{1}{2}(3{,}06+1{,}98)\times2{,}92\times0{,}50+\frac{1}{2}(2{,}96+1{,}48)\,2{,}92\times0{,}50+\frac{1}{2}(2{,}86+0{,}98)2{,}67\times0{,}50+\frac{1}{2}(2{,}76+0{,}48)\times2{,}42\times1{,}00\Big]+0{,}48\times0{,}50\times0{,}25\Big\}=$$

$$=1300[57{,}542-1{,}364-0{,}614-(2{,}762+7{,}411+3{,}679+3{,}241+2{,}563+3{,}920)+0{,}06]=$$

$$=1300\times32{,}048=\backsim41662 \text{ пуд.}$$

Моментъ этого вѣса относительно ребра A:

$$1300\Big\{57{,}542\times\frac{4{,}05}{2}-1{,}364\times\left(\frac{0{,}48}{2}+0{,}05\right)-0{,}614\times\frac{0{,}05}{2}-\Big[2{,}762\times\Big(4{,}05-\frac{2{,}92+3{,}22}{2\times2}\Big)+7{,}411\Big(4{,}05-\frac{3{,}16+2\times2{,}48}{3{,}16+2{,}48}\times\frac{2{,}92}{3}\Big)+3{,}679\Big(4{,}05-\frac{3{,}06+2\times1{,}98}{3{,}06+1{,}98}\times\frac{2{,}92}{3}\Big)+3{,}241\Big(4{,}05-\frac{2{,}96+2\times1{,}48}{2{,}96+1{,}48}\times\frac{2{,}92}{3}\Big)+2{,}563\Big(4{,}05-\frac{2{,}86+2\times0{,}98}{2{,}86+0{,}98}\times\frac{2{,}67}{3}\Big)+3{,}920\Big(4{,}05-\frac{2{,}76+2\times0{,}48}{2{,}76+0{,}48}\times\frac{2{,}42}{3}\Big)\Big]+0{,}06\times1{,}755\Big\}=1300[116{,}523-0{,}396-0{,}015-(2{,}705+19{,}639+9{,}565+8{,}913+7{,}510+12{,}230)+0{,}105]=$$

$$=1300\times55{,}655=\backsim72352 \text{ пудо-саж.}$$

2) Вѣсъ земли, давящей на обрѣзы устоя:

$$1000\Big(2\times\frac{0{,}25+0{,}05}{2}\times2{,}92\times1{,}20+2\times\frac{0{,}25+0{,}05}{2}\times2{,}92\times1{,}70+2\times\frac{0{,}25+0{,}05}{2}\times2{,}67\times2{,}20+0{,}25\times1{,}48\times2{,}20+2\times\frac{0{,}25+0{,}05}{2}\times2{,}42\times2{,}70+0{,}98\times0{,}25\times2{,}70+0{,}25\times0{,}48\times3{,}20\Big)=1000(1{,}031+1{,}489+1{,}762+0{,}814+1{,}960+0{,}662+0{,}384)=1000\times8{,}102=8102 \text{ пуд.}$$

Моментъ относительно ребра A:

$$1000\Big\{1{,}031\times\Big(4{,}05-\frac{2{,}92}{3}\times\frac{2\times0{,}25+0{,}05}{0{,}25+0{,}05}\Big)+1{,}489\times\Big(4{,}05-\frac{2{,}92}{3}\times\frac{0{,}50+0{,}05}{0{,}25+0{,}05}\Big)+1{,}762\Big(4{,}05-\frac{2{,}67}{3}\times\frac{0{,}55}{0{,}30}\Big)+0{,}814\times1{,}210+1{,}960\Big(4{,}05-\frac{2{,}42}{3}\times\frac{0{,}55}{0{,}30}\Big)+0{,}662\times1{,}460+0{,}384\times1{,}755\Big\}=1000(1{,}031\times2{,}27+1{,}489\times2{,}27+1{,}762\times2{,}42+0{,}814\times1{,}21+1{,}960\times2{,}57+0{,}662\times1{,}46+0{,}384\times1{,}755)=1000(2{,}340+3{,}380+4{,}264+0{,}985+5{,}037+0{,}674)=1000\times16{,}680=16680 \text{ пудо-саж.}$$

3) Давленіе на подферменники (по пояснительной запискѣ косой фермы пролетомъ 7 саж.):

$$2\times2709=5418 \text{ пуд.}$$

Плечо давленія $\frac{0{,}38}{2}+0{,}10+0{,}05=0{,}34.$

Моментъ его $5418\times0{,}34=\backsim1842$ пудо-саж.

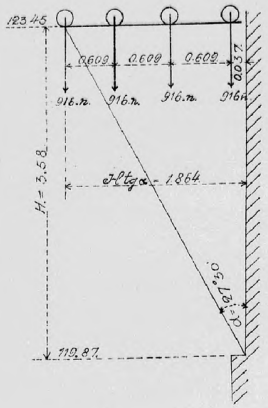
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на устой:

$$W_0=41662+8102+5418=55182 \text{ пуд.}$$

Моментъ этой равнодѣйствующей относительно ребра A:

$$W_0w_0=72352+16680+1842=90874 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо ея $w_0=\frac{W_0w_0}{W_0}=\frac{90874}{55182}=1{,}65$ саж.



Горизонтальная сила:

Высота временной нагрузки, расположенной на насыпи позади устоя, приведенной къ матеріалу насыпи, считая ея дѣйствіе по всей ширинѣ устоя $b=3{,}36$ саж. при углѣ естественнаго откоса грунта $\varphi=35^0$ и углѣ обрушенія $\alpha=45-\frac{\varphi}{2}=27^0 30'$:

$$h=\frac{4\times916}{3{,}36\times1{,}864\times1000}=\frac{3664}{6263}=0{,}59 \text{ саж.}$$

Прибавляя толщину балластнаго слоя 0,24 саж., имѣемъ:

$$h_0=0{,}59+0{,}24=0{,}83 \text{ саж.}$$

Напоръ насыпи на устой:

$$Q_0=b\times\gamma\times{}^1/_2 tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H_0(H_0+2h_0)=3{,}36\times1000\times0{,}136\times$$
$$\times3{,}58(3{,}58+2\times0{,}83)=\backsim8572 \text{ пуд.}$$

Плечо напора Q_0: $q_0=\frac{H_0}{3}\times\frac{H_0+3h_0}{H_0+2h_0}=\frac{3{,}58}{3}\times\frac{3{,}58+3\times0{,}83}{3{,}58+2\times0{,}83}=1{,}38$ саж.

Моментъ напора земли $Q_0q_0=8572\times1{,}38=\backsim11{,}829$ пудо-саж.

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m_1=\frac{W_0w_0}{Q_0q_0}=\frac{90874}{11829}=7{,}68;$$

2) на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_2=\frac{fW_0}{Q_0}=\frac{0{,}70\times55182}{8572}=\frac{38627}{8572}=4{,}51.$$

B) Устойчивость въ плоскости основанія:

Вертикальныя силы:

1) Вертикальная сила $W_0=55182$.

Плечо ея $W_1=W_0+0{,}30=1{,}65+0{,}30=1{,}95$ саж.

Моментъ ея относительно ребра C:

$$W_0w_0=55182\times1{,}95=\backsim107605 \text{ пудо-саж.}$$

2) Вѣсъ кладки фундамента:

$$1300\left(0{,}40(4{,}30\times4{,}08+4{,}45\times4{,}08)-0{,}80\times\frac{2{,}66+0{,}60}{2}\times2{,}17\right)=1300\left[0{,}40(17{,}544+\right.$$
$$\left.+18{,}156)-2{,}830\right]=1300\times11{,}45=\backsim14885 \text{ пуд.}$$

Моментъ относительно ребра C:

$$1300\left\{0{,}40\left[17{,}544\times\left(\frac{4{,}30}{2}+0{,}15\right)+18{,}156\times\frac{4{,}45}{2}\right]-2{,}830\times\left(4{,}45-\frac{2{,}17}{3}\times\right.\right.$$
$$\left.\left.\times\frac{2{,}66+2\times0{,}60}{2{,}66+0{,}60}\right)\right\}=1300[0{,}40(40{,}351+40{,}397)-2{,}830\times3{,}59]=1300(32{,}299-$$
$$-9{,}877)=1300\times22{,}422=\backsim29149 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ:

$$W=55182+14885=70067 \text{ пуд.}$$

Моментъ ея относительно ребра C:

$$Ww=107605+29149=136754 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо ея $w=\frac{Ww}{W}=\frac{136754}{70067}=1{,}95$ саж.

Горизонтальная сила:

Напоръ земли $Q=Q_0=8572$ пуд.

Плечо его относительно ребра C:

$$q_0=q+0{,}80=1{,}38+0{,}80=2{,}18 \text{ саж.}$$

Моментъ напора:

$$Q_0q_0=8572\times2{,}18=\backsim18687 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра C:

$$m_1=\frac{Ww}{Qq}=\frac{136754}{18687}=7{,}32;$$

8) на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_2=\frac{fW}{Q}=\frac{0{,}57\times70067}{8572}=\frac{39938}{8572}=4{,}66.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія въ точкѣ, отстоящей отъ ребра C въ разстояніи:

$$\beta=W-\frac{Qq}{W}=1{,}95-\frac{18687}{70067}=1{,}95-0{,}27=1{,}68 \text{ саж.,}$$

что болѣе $\frac{4{,}35}{3}=1{,}45$ саж. = трети основанія.

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0=\frac{W}{\omega}+\frac{70067}{\left(4{,}45\times4{,}08-\frac{2{,}66+0{,}60}{2}\times2{,}17\right)7056}=\frac{70067}{103152}-0{,}68\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Въ виду того, что равнодѣйствующая всѣхъ силъ проходитъ въ средней трети основанія, наибольшее давленіе у ребра C не можетъ превзойти двойного средняго давленія, но будетъ меньше его, то есть меньше:

$$2\times0{,}68=1{,}36\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Въ виду столь незначительнаго давленія на грунтъ, является вполнѣ возможнымъ заложеніе фундаментовъ устоевъ непосредственно на грунтѣ: Данковскаго—на отмѣткѣ 119,07 на слоѣ темно-желтой глины, Смоленскаго—на отмѣткѣ 118,87 на слоѣ бурой глины.

Главный Инженеръ *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *И. Войцеховскій.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію Іюня 4 дня 1898 года, съ тѣмъ, чтобы родъ основанія и глубина заложенія подошвы фундаментовъ опоръ, были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта, при чемъ за минимумъ углубленія подошвы фундаментовъ опоръ, было принято 0,80 сажени, считая отъ дна, прилегающихъ къ опорамъ путепровода, кюветовъ.

Наименьшая толщина концовъ боковыхъ стѣнокъ устоя, вверху подъ парапетомъ, была принята въ 0,40 сажени, и затѣмъ эта толщина чрезъ каждую сажень должна увеличиваться на 0,10 сажени.

Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.

На копіи написано: Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно: Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ проекту, одобренному Г. Инспекторомъ Октября 4 дня 1898 года.

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

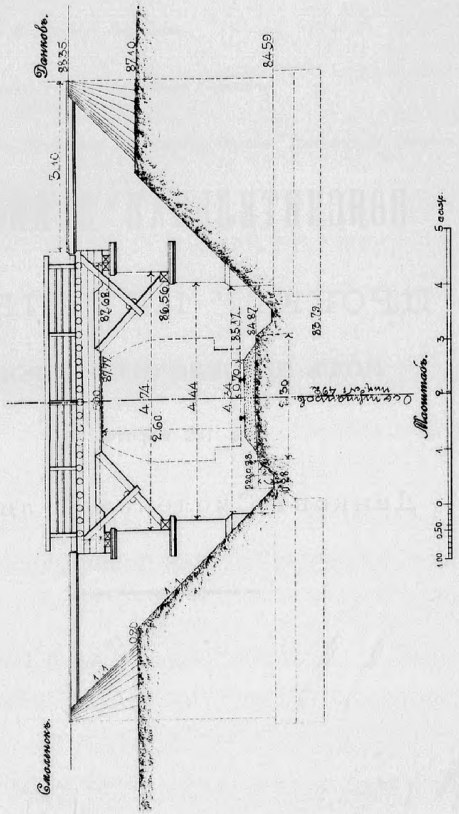
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КЪ ПРОЕКТУ ПУТЕПРОВОДА

ПОДЪ ПРОСЕЛОЧНУЮ ДОРОГУ,

на 132 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.



Общій видъ путепровода подъ проселочную дорогу, на 132 вер., пик. № 492, Данковъ-Смоленской линіи.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту путепровода подъ проселочную дорогу

на 132 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

Для проведенія проселочной дороги надъ полотномъ Данковъ-Смоленской линіи на 132 вер. проектируется путепроводъ на каменныхъ опорахъ, перекрытый деревянными подкосными фермами по одобренному Инженернымъ Совѣтомъ типу деревянныхъ путепроводовъ надъ выемками съ измѣненіями, указанными Г. Инспекторомъ шоссейныхъ дорогъ Московской, Тульской и Калужской губерній.

Отмѣтка полотна Данковъ-Смоленской жел. дор. въ мѣстѣ предполагаемаго путепровода на пик. № 492—84,87; отмѣтка грунта—87,10, и глубина выемки 87,10—84,87=2,23 саж.; слѣдовательно нельзя удовлетворить требованіямъ свободной высоты проѣзда подъ путепроводомъ въ 2,60 саж.—отъ головки рельса до низа фермы—безъ подсыпки полотна проселочной дороги до отмѣтки 88,35; тогда требованія габарита, какъ видно изъ проекта, будутъ выполнены.

Опоры путепровода.

Опоры путепровода по проекту имѣютъ ширину 4,10 саж. Основаніе опоръ предположено естественное, съ заложеніемъ обоихъ устоевъ не выше отмѣтки 83,79.

Повѣрка устойчивости.

Согласно указанію въ курсѣ Профессора Николаи (см. новое изданіе, часть I стр. 508) при расчетѣ устоевъ фермъ подкосной системы слѣдуетъ отдѣльно вычислить распоръ фермъ на устой и распоръ земли за устоемъ и сравнивъ ихъ между собой, вести расчетъ относительно большаго изъ нихъ.

Обращаясь къ пояснительной запискѣ къ типу деревянныхъ путепроводовъ надъ выемками, имѣемъ изъ приложеннаго къ ней расчета постоянную нагрузку на 5 фермъ въ 1139,51 пуд.; такъ какъ число фермъ въ проектируемомъ путепроводѣ, согласно указанію Г. Инспектора шоссейныхъ дорогъ, увеличено до 6, прочія же всѣ части оставлены безъ измѣненія сравнительно съ типомъ, то къ вышеуказанной постоянной нагрузкѣ слѣдуетъ прибавить вѣсъ добавочнаго прогона:

$$0{,}714\times(0{,}95)^2\times2\times35\times1{,}12=50{,}38 \text{ пуд.}$$

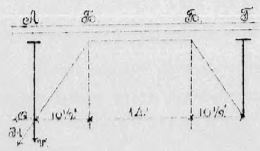
и, слѣдовательно, вся постоянная нагрузка 1139,51+50,38=1189,89 пуд., или на 1 пог. фут. одной фермы:

$$p=\frac{1189{,}89}{6\times35}=5{,}67 \text{ пуд.}$$

Подвижная нагрузка принята въ 3 пуд. на кв. фут. При разстояніи между фермами въ 0,675 саж.=4,72 фут. это дастъ на пог. футъ фермы 4,72×3=14,16 пуд.

Всего нагрузки на пог. футъ фермы:

$$5{,}67+14{,}16=19{,}83 \text{ пуд.}$$



Наибольшее сопротивленіе опоры *Б*, предполагая прогонъ разрѣзнымъ:

$$Б=19{,}83\times(7+0{,}75\times7)+(\text{вѣсъ ригеля})\times0{,}53\times7=248 \text{ пуд.}$$

Это опорное сопротивленіе, направленное вертикально, разлагается на 2 силы, по подкосу и по ригелю.

Уголъ наклоненія подкоса къ горизонту:

$$\alpha = arctg\,\frac{1,25}{1,50} = 39^0 50'.$$

Составляющая по подкосу:

$$H = 248\,\frac{1}{sin 39^0 50'} = 388 \text{ пуд.}$$

Давленіе отъ подкосовъ передается на опору, гдѣ разлагается на вертикальную и горизонтальную составляющія Q и v:

$$Q = H cos\alpha = 248 \times 0,77 = 191 \text{ пуд.}$$

Распоръ на 1 пог. саж. устоя при разстояніи между фермами въ 0,675 саж.:

$$Q' = 2 \times 191 = 382 \text{ пуд.}$$

Съ другой стороны, распоръ земли за устоемъ на 1 пог. саж. опредѣлится по формулѣ:

$$Q'' = \gamma \times {}^1/_2 tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right) \times H_1(H_1 + 2h_1), \text{ гдѣ:}$$

γ—вѣсъ 1 куб. саж. земли $= 1000$ пуд.;

φ—уголъ естественнаго откоса земли $= 35^0$:

$$^1/_2 tg^2\left(45^2 - \frac{\varphi}{2}\right) = 0,136;$$

H_1—высота насыпи за устоемъ $= 88,28 - 84,59 = 3,69$ саж.;

h_1—высота слоя земли, соотвѣтствующаго временной нагрузкѣ за устоемъ.

Высота эта опредѣляется слѣдующимъ образомъ.

Предполагая, что пространство за устоемъ загружено четырехколесными фурами вѣсомъ въ 300 пуд., длиною въ 2,3 саж. и шириною 1,2 саж. (согласно циркуляру Департамента шоссейныхъ и водяныхъ сообщеній), найдемъ, что давленіе такой фуры распредѣляется на четыреугольникъ, площадь котораго:

$$2,3 \times 1,2 = 2,76 \text{ саж.}$$

и высота земляного столба, эквивалентная вѣсу фуры въ 300 пуд.:

$$h = \frac{300}{2,76 \times 1000} = 0,11 \text{ саж.}$$

и прибавляя 0,07 саж., соотвѣтствующія мостовому настилу, имѣемъ:

$$h' = 0,18 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно:

$$Q'' = 1000 \times 0,136 \times 3,69 \times 4,05 = 2033 \text{ пуд.}$$

Такъ какъ $Q'' > Q'$, то устой расчитанъ относительно распора земли.

Плечо силы распора на 1 пог. саж. относительно плоскости фундамента:

$$q = \frac{H_1}{3} \times \frac{H_1 + 3h_1}{H_1 + 2h_1} = \frac{3,69}{3} \times \frac{4,23}{4,05} = 1,28 \text{ саж.}$$

Плечо силы распора на 1 пог. саж. относительно подошвы основанія:

$$q_0 = 1,28 + 0,80 = 2,08 \text{ саж.}$$

Моментъ силы распора на 1 пог. саж. относительно плоскости фундамента:

$$Q'' \times q = 2033 \times 1,28 = 2602 \text{ пуд.-саж.}$$

Моментъ силы распора относительно плоскости основанія:

$$Q'' q_0 = 2033 \times 2,08 = 4229 \text{ пуд.-саж.}$$

Дѣйствію распора земли сопротивляется вѣсъ устоя, земли на обрѣзахъ его и треніе кладки о кладку и кладки о грунтъ.

Вѣсъ устоя на 1 пог. саж. разсматривая лишь переднюю стѣнку его:

$$\left.\begin{array}{ll}
W' = 1,30 \times 0,60 \times 1300 + \ldots\ldots\ldots = & 0,78 \times 1300 \\
+1,65 \times 1,12 \times 1300 + \ldots\ldots\ldots = & 1,848 \times 1300 \\
+1,80 \times 1,12 \times 1300 + \ldots\ldots\ldots = & 2,016 \times 1300 \\
+1,85 \times 0,85 \times 1300 - \ldots\ldots\ldots = & 1,573 \times 1300
\end{array}\right\} 6,217 \times 1300.$$

$$\left.\begin{array}{ll}
-\frac{0,80 + 1,05}{2} \times 0,25 \times 1300 - \ldots\ldots\ldots = & 0,231 \times 1300 \\
-0,80 \times 0,94 \times 1300 - \ldots\ldots\ldots = & 0,752 \times 1300 \\
-0,65 \times 0,50 \times 1300 - \ldots\ldots\ldots = & 0,325 \times 1300 \\
-0,50 \times 0,50 \times 1300 - \ldots\ldots\ldots = & 0,250 \times 1300 \\
-0,35 \times 0,50 \times 1300 - \ldots\ldots\ldots = & 0,175 \times 1300 \\
-0,20 \times 0,50 \times 1300 \ldots\ldots\ldots = & 0,100 \times 1300
\end{array}\right\} 1,833 \times 1300.$$

$$W' = (6,217 - 1,833) \times 1300 = 4,384 \times 1200 = 5699 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ земли на обрѣзахъ устоя на 1 пог. саж.:

$$W'' = (0,256 + 0,752 + 0,325 + 0,250 + 0,175 + 0,100) \times 1000 = 1833 \text{ пуд.}$$

Общій вѣсъ устоя и земли на обрѣзахъ его на 1 пог. саж.:

$$W_1 = W' + W'' = 5699 + 1833 = 7532 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса устоя на 1 пог. саж. относительно передняго ребра устоя:

$$W'w' = 1300 \times \left\{\begin{array}{ll}
0,78 \times \left(1,85 - \frac{1,30}{2}\right) + \ldots\ldots = & 0,936 \\
+1,848 \times \left(1,85 - \frac{1,65}{2}\right) + \ldots\ldots = & 1,885 \\
+2,016 \times \left(1,85 - \frac{1,80}{2}\right) + \ldots\ldots = & 1,915 \\
+1,573 \times \frac{1,85}{2} - \ldots\ldots\ldots = & 1,455 \\
-0,256 \times \left\{1,85 - {}^1/_2\left(\frac{0,80 + 1,05}{2}\right)\right\} - \ldots = & 0,356 \\
-0,752 \times \left(1,85 - \frac{0,80}{2}\right) - \ldots\ldots = & 1,090 \\
-0,325 \times \left(1,85 - \frac{0,65}{2}\right) - \ldots\ldots = & 0,494 \\
-0,250 \times \left(1,85 - \frac{0,50}{2}\right) - \ldots\ldots = & 0,400 \\
-0,175 \times \left(1,85 - \frac{0,35}{2}\right) - \ldots\ldots = & 0,292 \\
-0,100 \times \left(1,85 - \frac{0,20}{2}\right) \ldots\ldots = & 0,175
\end{array}\right.$$

$$\left.\begin{array}{l} 0,936 \\ 1,885 \\ 1,915 \\ 1,455 \end{array}\right\} 6,191 \times 1300.$$

$$\left.\begin{array}{l} 0,356 \\ 1,090 \\ 0,494 \\ 0,400 \\ 0,292 \\ 0,175 \end{array}\right\} 2,807 \times 1300.$$

$$W'w' = (6,191 - 2,807) \times 1300 = 3,384 \times 1300 = 4399 \text{ пуд.-саж.}$$

Моментъ вѣса земли на обрѣзахъ устоя на 1 пог. саж. относительно передняго ребра его:

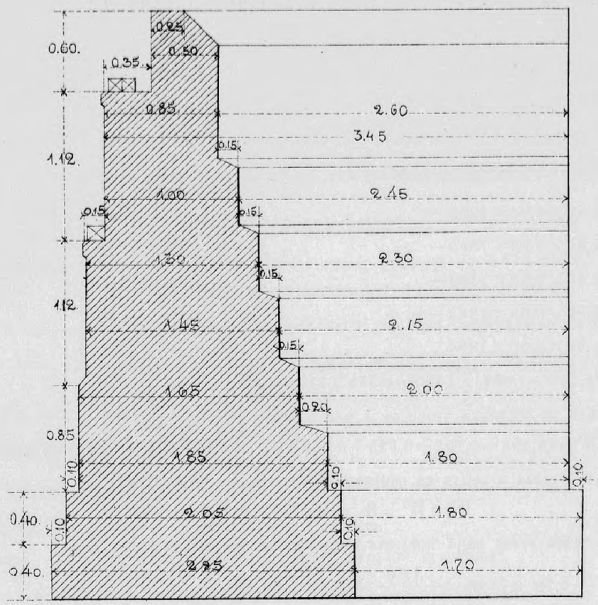
$$W''w'' = (0,356 + 1,090 + 0,494 + 0,400 + 0,292 + 0,175) \times 1000 = 2807 \text{ пудо-саж.}$$

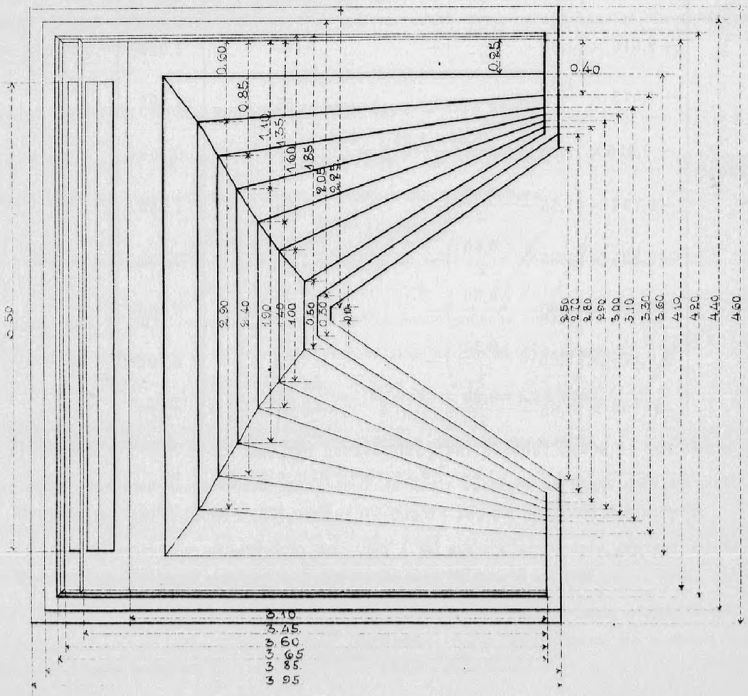
Общій моментъ вѣса устоя и земли на 1 пог. саж. относительно передняго ребра его:

$$W_1 w_1 = W'w' + W''w'' = 4399 + 2807 = 7206 \text{ пуд.-саж.}$$

Плечо общаго вѣса относительно передняго ребра устоя:

$$w_1 = \frac{7206}{7532} = 0,96 \text{ саж.}$$





Коэффиціенты устойчивости въ плоскости фундамента опредѣлены въ предположеніи, что устой свободенъ отъ нагрузки фермами.

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе:

$$m_1 = \frac{W_1 w_1}{Q'' q} = \frac{7206}{2602} = 2{,}77.$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$m_2 = \frac{f_1 W_1}{Q''}, \text{ гдѣ:}$$

f_1 — коэффиціентъ тренія кладки о кладку $= 0{,}70$:

$$m_2 = \frac{0{,}7 \times 7532}{2033} = \frac{5272}{2033} = 2{,}59.$$

Вѣсъ фундамента устоя на 1 пог. саж.:

$$W_2 = (2{,}05 \times 0{,}40 + 2{,}25 \times 0{,}40) \times 1300 = 1{,}72 \times 1300 = 2236 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ земли на обрѣзахъ фундамента на 1 пог. саж.:

$$W_3 = (0{,}10 \times 0{,}40 + 0{,}10 \times 3{,}69 + 0{,}10 \times 4{,}09) \times 1000 = 0{,}818 \times 1000 = 818 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса фундамента на 1 пог. саж. относительно передняго ребра его:

$$W_2 w_2 = 1{,}72 \times \frac{2{,}25}{2} \times 1300 = 1{,}935 \times 1300 = 2516 \text{ пуд.-саж.}$$

Моментъ вѣса земли на обрѣзахъ фундамента на 1 пог. саж. относительно передняго ребра его:

$$W_3 w_3 = (0{,}04 \times 0{,}05 + 0{,}369 \times 2{,}10 + 0{,}409 \times 2{,}20) 1000 = 1{,}677 \times 1000 = 1677 \text{ пуд.-саж.}$$

Полный вѣсъ всего устоя и земли на обрѣзахъ на 1 пог. саж. до подошвы основанія:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = 7532 + 2236 + 818 = 10588 \text{ пуд.}$$

Полный моментъ вѣса всего устоя и земли на обрѣзахъ на 1 пог. саж. относительно передняго ребра фундамента:

$$Ww = W_1(w_1 + 0{,}20) + W_2 w_2 + W_3 w_3 = 7532 \times 1{,}16 + 2516 + 1677 = 8737 + 2516 + 1677 =$$
$$= 12930 \text{ пуд.-саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости въ плоскости основанія опредѣлены въ предположеніи, что устой свободенъ отъ нагрузки фермами.

1) Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе:

$$m_1' = \frac{Ww}{Q'' q_0} = \frac{12930}{4229} = 3{,}06.$$

2) Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$m_2' = \frac{f_2 W}{Q''}, \text{ гдѣ: } f_2 \text{ — коэффиціентъ тренія кладки о грунтъ} = 0{,}57:$$

$$m_2' = \frac{0{,}57 \times 10588}{2033} = \frac{6035}{2033} = 2{,}97.$$

Давленіе на грунтъ.

При опредѣленіи наибольшаго давленія на грунтъ слѣдуетъ къ вышеперечисленнымъ силамъ прибавить давленіе самихъ фермъ на опору и временную нагрузку на мосту.

Нагрузка постоянная и временная на 1 пог. футъ фермы какъ выше исчислено $= 19{,}83$ пуд.

Предполагая по прежнему прогонъ разрѣзнымъ, найдемъ (см. выше приложенную схему), что сопротивленіе опоры *Б*, переданное чрезъ подкосъ на устой $= 248$ пуд.

Сопротивленіе опоры *А* окажется тогда равнымъ:

$$A = 19{,}83 \times [17{,}5 - (7 + 0{,}75 \times 7)] = 104 \text{ пуд.}$$

Слѣдовательно, давленіе фермъ и временной нагрузки на опору будетъ на 1 пог. саж. ея, при разстояніи между фермами въ 0,675 саж.:

$$(248+104)\times 2=704 \text{ пуд.}$$

Моментъ этого давленія относительно передняго ребра фундамента:

$$(248\times 0{,}32+104\times 0{,}53)\times 2=268 \text{ пог. саж.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ на 1 пог. саж. устоя:

$$W_0=W+704=10588+704=11292 \text{ пуд.}$$

Моментъ равнодѣйствующей всѣхъ вертикальныхъ силъ на 1 пог. саж. устоя относительно передняго ребра фундамента:

$$W_0w_0=Ww+268=12930+268=13198 \text{ пог. саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей относительно передняго ребра фундамента:

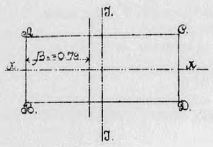
$$w_0=\frac{13198}{11292}=1{,}17 \text{ саж.}$$

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0=\frac{W_0}{\Omega}, \text{ гдѣ:}$$

$$\Omega=2{,}25 \text{ кв. саж.;}$$

$$\sigma_0=\frac{11292}{2{,}25}=5018\frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}}=0{,}71\frac{\text{пуд.}}{\text{кв. дм.}}$$



Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ плоскость основанія въ точкѣ, отстоящей отъ передняго ребра AB на разстояніи:

$$\beta_0=w_0-\frac{Q''q_0}{W_0}=1{,}17-\frac{4229}{11292}=1{,}17-0{,}38=0{,}79 \text{ саж.,}$$

что $>\frac{2{,}25}{3}=0{,}72$ саж., и, слѣдовательно, равнодѣйствующая не выходитъ изъ средней трети основанія.

Наибольшее и наименьшее давленіе на грунтъ опредѣлится по формулѣ неравномѣрнаго сжатія:

$$\sigma=W_0\left(\frac{Xx}{Jy}+\frac{1}{\Omega}\right), \text{ гдѣ:}$$

X—координата центра давленія относительно оси, проходящей чрезъ центръ тяжести основанія:

$$x=\frac{2{,}25}{2}-0{,}79=0{,}335 \text{ саж.;}$$

x—координата относительно той же оси точки, давленіе въ которой изслѣдуется;

Jy—моментъ инерціи площади основанія относительно той же оси:

$$Jy=\frac{2{,}25^3}{12}=0{,}949 \text{ саж.}^4$$

Наибольшее и наименьшее давленіе будетъ соотвѣтственно у реберъ AB и CD при:

$$x_1=\frac{2{,}25}{2}=1{,}125 \text{ саж. и } x_2=-1{,}125 \text{ саж.;}$$

$$\sigma_{maxAB}=11292\left(\frac{0{,}335\times 1{,}125}{0{,}949}+\frac{1}{2{,}25}\right)=11292(0{,}397+0{,}444)=11292\times 0{,}841=$$

$$=9497\frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}}=1{,}34\frac{\text{пуд.}}{\text{кв. дм.}}$$

$$\sigma_{minCD}=11292\left(-\frac{0{,}335\times 1{,}125}{0{,}949}+\frac{1}{2{,}25}\right)=11292(-0{,}397+0{,}444)=11292\times 0{,}047=531\frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}}>0.$$

Полученное наибольшее давленіе на грунтъ въ $1{,}34\frac{\text{пуд.}}{\text{кв. дм.}}$ можетъ быть безопасно допущено.

Повѣрка глубины заложенія фундамента.

Наибольшее давленіе на грунтъ выше найдено равнымъ:

$$\sigma_{max}=9497\frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}}$$

Высота столба земли, производящаго одинаковое давленіе:

$$H_1=\frac{9497}{1000}=9{,}497 \text{ саж.}$$

Опредѣленіе наименьшей необходимой глубины заложенія произведемъ по формулѣ Инженера Янковскаго, результаты вычисленій по которой близко сходятся съ опытными данными, полученными профессоромъ Курдюмовымъ:

$$H_1=2h_1\left[\frac{tg\left(\frac{45+\varphi}{2}\right)}{tg\left(\frac{45-\varphi}{2}\right)}\right]^2, \text{ гдѣ:}$$

h_1—глубина заложенія, соотвѣтствующая временному сопротивленію грунта;

φ—уголъ естественнаго откоса земли $=35^0$.

Такъ какъ прочное сопротивленіе должно быть въ 5 разъ болѣе временнаго, то, чтобы получить наименьшую необходимую глубину заложенія, слѣдуетъ исчисленное такимъ образомъ h_1 увеличить въ 5 разъ.

Въ данномъ случаѣ:

$$\left[\frac{tg\left(\frac{45+\varphi}{2}\right)}{tg\left(\frac{45-\varphi}{2}\right)}\right]^2=\left(\frac{tg40^0}{tg5^0}\right)^2=\left(\frac{0{,}839}{0{,}087}\right)^2=7{,}64^2=92{,}93;$$

$$h_1=\frac{9{,}497}{2\times 92{,}93}=0{,}051 \text{ саж.}$$

Дѣйствительная наименьшая глубина заложенія:

$$H=0{,}80 \text{ саж.}$$

и коэффиціентъ прочности:

$$\lambda=\frac{0{,}80}{5\times 0{,}051}=\frac{0{,}80}{0{,}255}=3{,}13.$$

Такимъ образомъ при глубинѣ заложенія фундамента не менѣе 0,80 саж. устойчивость и прочность опоръ обезпечены во всѣхъ отношеніяхъ.

За Главнаго Инженера *А. Мурзо.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Н. Рокотовъ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію, Октября 4 дня 1898 года, съ тѣмъ, чтобы система основаній и глубина заложенія подошвы фундаментовъ опоръ путепровода, были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта.

Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.

На копіи написано: Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно: Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ проекту, утвержденному по докладу Департамента жел. дор. отъ 13 Апрѣля 1898 г. за № 671.

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

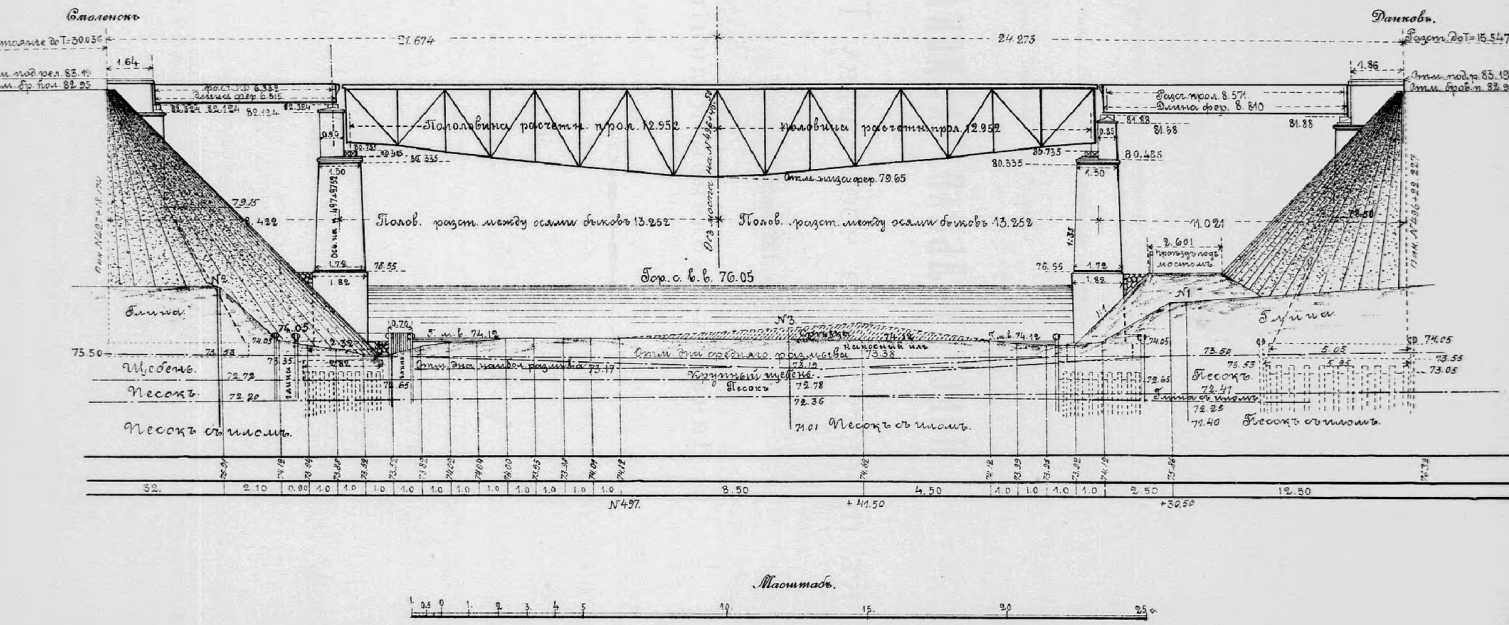
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ПЛАВУ

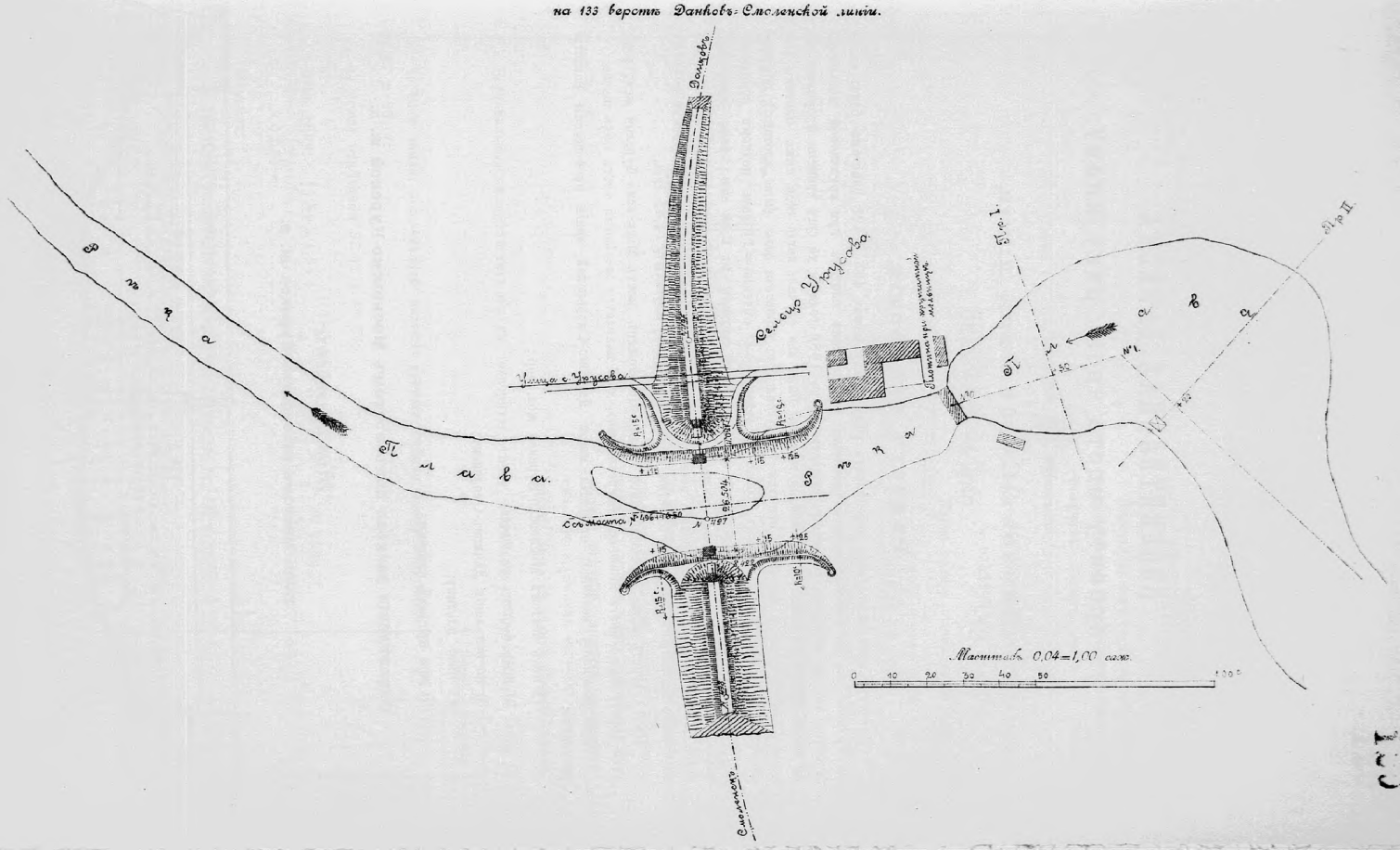
на 133 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

Общій видъ моста чрезъ р. Плаву
на 133 вер. Данковъ-Смоленской линіи.



Планъ перехода р. Плавы
на 133 верстѣ Данковъ-Смоленской линіи.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ПЛАВУ

на 133 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи,

пик. № 496+46,50.

Расчетъ отверстія.

Данковъ-Смоленская линія пересѣкаетъ рѣку Плаву между 496 и 498 пикетами близъ сельца Урусова; на 75 сажень выше пересѣченія расположена плотина при крупчатной мельницѣ. Плотина эта по частнымъ справкамъ существуетъ съ 1880 года и до сего времени прорывовъ ея не было; за всѣ 17 лѣтъ существованія плотины было два случая, когда вода ниже плотины выходила изъ береговъ и достигала отмѣтки 76,05 саж. (до горизонта воды выше плотины); обыкновенно же во время весеннихъ водъ, благодаря стѣсненному сѣченію=11 саж. подпоръ существуетъ и получается разность горизонтовъ выше и ниже плотины въ 0,18 саж.; воды проходятъ всѣмъ отверстіемъ=11 саж. между ряжевыми устоями плотины, такъ какъ всѣ стойки, могущія стѣснить отверстіе, на время прохода весеннихъ водъ вынимаются. Отмѣтка горизонта меженнихъ водъ ниже плотины 74,12 саж., отмѣтка порога (фахбаума) плотины=74,63 саж.

На 11 верстъ ниже проектируемаго моста расположенъ мостъ Московско-Курской жел. дор., а на версту ниже моста Московско-Курской жел. дор. находится желѣзный мостъ подъ шоссе.

Для выясненія величины отверстія моста Данковъ-Смоленской линіи произведены расчеты расходовъ:

1) подъ мостомъ Московско-Курской жел. дор.;

2) подъ мостомъ по шоссе;

3) по оси линіи Данковъ-Смоленскъ;

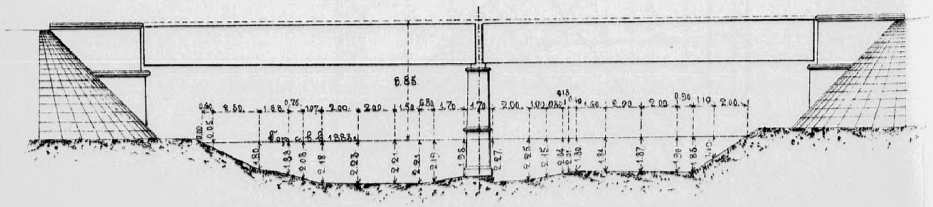
4) чрезъ плотину;

5) при прорывѣ плотины.

Опредѣленіе расхода подъ мостомъ Московско-Курской ж. д.

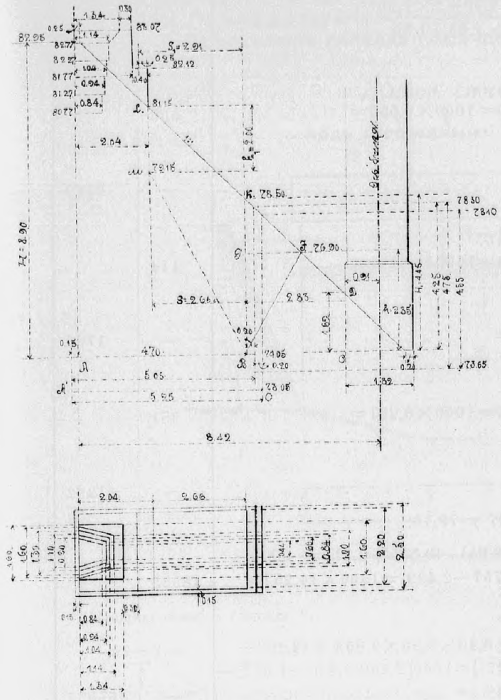
Живое сѣченіе

подъ мостомъ Московско-Курской ж. д.



Слѣдовательно, напоръ:

$$Q=2{,}20\times 166{,}67\times H(H+2h_0)=366{,}67\times H(H+1{,}46).$$



Плечо напора Q_1:

$$q_1=\frac{H(H+3h_0)}{2(H+2h_0)}.$$

Подставляя вмѣсто H высоту насыпи надъ обрѣзомъ фундамента=8,90 саж., получимъ напоръ земли со стороны насыпи:

$$Q_1=366{,}67\times 8{,}90\times(8{,}90+1{,}46)=$$
$$=\backsim 33808 \text{ пуд.}$$

Плечо напора относительно точки B:

$$q_1=\frac{8{,}90(8{,}90+3\times 0{,}73)}{3(8{,}90+2\times 0{,}73)}=$$
$$=\frac{8{,}90\times 11{,}09}{3\times 10{,}36}=3{,}18 \text{ саж.}$$

Моментъ напора относительно ребра B:

$$Q_1q_1=33808\times 3{,}18=\backsim 107509 \text{ пуд.-с.}$$

Опредѣлимъ коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки на вращеніе около ребра B, не принимая во вниманіе давленія конуса на лицевую плоскость стѣнки и тренія между конусомъ и подпорной стѣнкой, причемъ предполагаемъ, что временная нагрузка занимаетъ насыпь лишь за задней гранью стѣнки.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку, и ихъ моменты относительно ребра B:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ земли, заполняющей заднюю пустоту стѣнки между отмѣтками 83,07 и 80,77:		
а) между отмѣтками 83,07 и 82,77:		
Вѣсъ $1000\times\left(1{,}60\times 1{,}34+\frac{1{,}00+1{,}50}{2}\times 1{,}14\right)\times\frac{0{,}30}{2}=1000\times$ $\times 0{,}535=$	535	
Моментъ: $535\times(4{,}70-0{,}62)=535\times 4{,}08=$	—	2183
б) между отмѣтками 82,77 и 82,27:		
Вѣсъ $1000\times\left(\frac{1{,}00+1{,}50}{2}\times 1{,}14\right)\times 0{,}50=1000\times 0{,}713=$	713	

	Пуды.	Пудо-саж.
Моментъ:		
$713\times\left\{4{,}70-\left(1{,}14-\frac{1{,}14}{3}\times\frac{3\times1{,}00+2\times1{,}50}{2\times1{,}00+1{,}50}\right)\right\}=713\times4{,}21=$	—	3002
в) между отмѣтками 82,27 и 81,77:		
Вѣсъ $1000\times\frac{0{,}84+1{,}30}{2}\times1{,}04\times0{,}50=1000\times0{,}556=$	556	
Моментъ:		
$556\times(4{,}70-0{,}44)=556\times4{,}26=$	—	2369
г) между отмѣтками 81,77 и 81,27:		
Вѣсъ $1000\times\frac{0{,}66+1{,}10}{2}\times0{,}94\times0{,}50=1000\times0{,}414=$	414	
Моментъ:		
$414\times(4{,}70-0{,}40)=4{,}14\times4{,}30=$	—	1780
д) между отмѣтками 81,27 и 80,77:		
Вѣсъ $1000\times\frac{0{,}44+0{,}90}{2}\times0{,}84\times0{,}50=1000\times0{,}281=$	281	
Моментъ:		
$281\times(4{,}70-0{,}35)=281\times4{,}35=$	—	1222
2) Вѣсъ кладки между отмѣтками 83,07 и 79,15:		
$1300[2{,}20\times(2{,}04\times3{,}92-0{,}40\times0{,}95)-(0{,}535+0{,}713+0{,}556+$ $+0{,}414+0{,}281)]=1300(16{,}757-2{,}499)=1300\times14{,}258=$.	18535	
Моментъ:		
$1300[2{,}20(2{,}04\times3{,}92\times3{,}68-0{,}40\times0{,}95\times2{,}86)-(2{,}183+$ $+3{,}002+2{,}369+1{,}780+1{,}222)]=1300[2{,}20(29{,}428-1{,}087)-$ $-10{,}556]=1300\times51{,}794=$	—	67332
3) Вѣсъ кладки между отмѣтками 79,15 и 74,05:		
$1300\times2{,}20\times\frac{2{,}04+4{,}70}{2}\times5{,}10=1300\times37{,}811=$	49154	
Моментъ:		
$49154\times(4{,}70-1{,}685)=49154\times3{,}015=$	—	148199
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ . . . . . $v_0=$	70188	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра B . . . . . $v_0p_0=$	—	226087

Плечо равнодѣйствующей относительно ребра B:

$$p_0=\frac{v_0p_0}{v_0}=p_0=\frac{226087}{70188}=3{,}22.$$

Коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m_1=\frac{v_0p_0}{Q_1q_1}=\frac{226087}{107509}=2{,}10;$$

2) на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_2=\frac{fv_0}{Q_1}=\frac{0{,}70\times70188}{33808}=\frac{49132}{33808}=1{,}45.$$

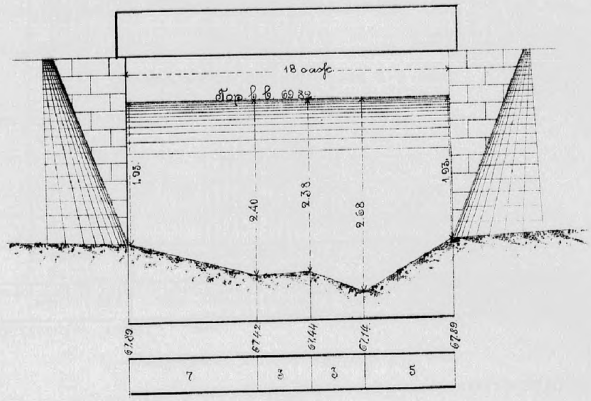
Принявъ же отношеніе между ширинами отверстій равнымъ отношенію между бассейнами, имѣемъ:

$$l_x'=l\times\frac{\Omega_1}{\Omega_0}=28{,}60\times\frac{473\text{ кв. вер.}}{716\text{ кв. вер.}}=18{,}88\text{ саж.}$$

Опредѣленіе расхода подъ шоссейнымъ мостомъ.

Живое сѣченіе

подъ шоссейнымъ мостомъ.



Площадь живого сѣченія:

$$\omega=\frac{1{,}93+2{,}40}{2}\times7{,}00+\frac{2{,}40+2{,}38}{2}\times3{,}00+\frac{2{,}38+2{,}68}{2}\times3{,}00+\frac{2{,}68+1{,}93}{2}\times5{,}00=$$
$$=15{,}155+7{,}170+7{,}590+11{,}525\text{ кв. саж.}=41{,}440\text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=\sqrt{7^2+0{,}47^2}+\sqrt{3^2+0{,}02^2}+\sqrt{3^2+0{,}30^2}+\sqrt{5^2+0{,}75^2}+2\times1{,}93=7{,}015+3{,}000+$$
$$+3{,}014+5{,}055+3{,}860=21{,}944\text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{\omega}{p}=\frac{41{,}440}{21{,}944}=1{,}888\text{ саж.}=4{,}028\ mtr.$$

Расходъ $Q=\omega v$, гдѣ:

$$v=c\sqrt{Ri};$$

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0{,}025}+\frac{0{,}00155}{0{,}000217}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{0{,}000217}\right)\frac{0{,}025}{\sqrt{4{,}028}}}=51{,}01.$$

Скорость:

$$v=c\sqrt{Ri}=51{,}01\times\sqrt{4{,}028\times0{,}000217}=51{,}01\times\sqrt{0{,}000874076}=51{,}01\times0{,}0296=$$
$$=1{,}510\ mtr=0{,}708\text{ саж.}$$

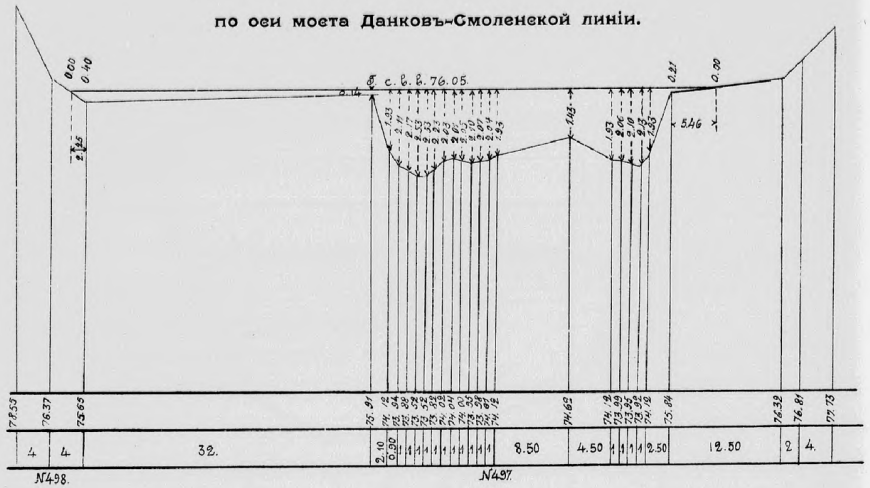
Расходъ:

$$Q=\omega v=41{,}44\times0{,}708=\mathbf{29{,}34}\text{ куб. саж.}$$

Опредѣленіе расхода въ живомъ сѣченіи по оси Данковъ-Смоленской линіи.

Живое сѣченіе

по оси моста Данковъ-Смоленской линіи.



Площадь живого сѣченія:

а) по поймѣ:

$$\omega_1=\frac{2,25\times0,40}{2}+\frac{0,40+0,14}{2}\times32=0,45+8,64=9,09 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=\sqrt{2,25^2+0,40^2}+\sqrt{32^2+0,26^2}+0,14=2,285+32,001+0,14=34,426 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_1=\frac{\omega_1}{p_1}=\frac{9,09}{34,426}=0,264 \text{ саж.}=0,563 \ mtr.$$

б) по главному руслу:

$$\omega_2=\frac{0,14+1,93}{2}\times2,10+\frac{1,93+2,11}{2}\times0,90+\left(\frac{2,11}{2}+2,17+2,53+2,53+2,23+2,03+2,01+\right.$$
$$\left.+2,05+2,10+2,07+2,04+\frac{1,93}{2}\right)\times1,00+\frac{1,93+1,43}{2}\times8,50+\frac{1,43+1,93}{2}\times4,50+$$
$$+\left(\frac{1,93}{2}+2,06+2,10+2,13+\frac{1,93}{2}\right)\times1,00+\frac{1,93+0,21}{2}\times2,50+\frac{0,21\times5,46}{2}=2,174+$$
$$+1,818+23,780+14,280+7,560+8,220+2,675+0,573=61,08 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=0,14+\sqrt{2,10^2+1,79^2}+\sqrt{0,90^2+0,18^2}+\sqrt{1^2+0,06^2}+\sqrt{1^2+0,36^2}+1,00+\sqrt{1^2+0,30^2}+$$
$$+\sqrt{1^2+0,20^2}+\sqrt{1^2+0,02^2}+\sqrt{1^2+0,04^2}+\sqrt{1^2+0,05^2}+2\sqrt{1^2+0,03^2}+\sqrt{1^2+0,11^2}+$$
$$+\sqrt{8,50^2+0,50^2}+\sqrt{4,50^2+0,50^2}+\sqrt{1^2+0,13^2}+\sqrt{1^2+0,04^2}+\sqrt{1^2+0,03^2}+\sqrt{1^2+0,20^2}+$$
$$+\sqrt{2,50^2+1,72^2}+\sqrt{5,46^2+0,21^2}=0,14+2,759+0,918+1,001+1,063+1,00+1,044+$$
$$+1,020+1,00+1,00+1,00+2,00+1,006+8,514+4,527+1,008+1,00+1,00+1,020+$$
$$+3,034+5,464=40,392 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_2=\frac{\omega_2}{p_2}=\frac{61,08}{40,392}=1,512 \text{ саж.}=3,226 \ mtr.$$

Скорость:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i}, \text{ гдѣ: } c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{23+\frac{1}{0,030}+\frac{0,00155}{0,000217}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,000217}\right)\frac{0,030}{\sqrt{0,563}}}=28,79$$

и скорость на поймѣ:

$$v_1=28,79\sqrt{0,563\times0,000217}=28,79\times0,011=0,317 \ mtr.=0,149 \text{ саж.}$$

Расходъ на поймѣ:

$$Q_1=\omega_1 v_1=9,09\times0,149=1,354 \text{ куб. саж.}$$

Скорость въ главномъ руслѣ:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i}, \text{ гдѣ: } c_2=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,000217}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,000217}\right)\frac{0,025}{\sqrt{3,226}}}=49,40.$$

Скорость:

$$v_2=49,40\sqrt{3,226\times0,000217}=49,40\times0,026=1,284 \ mtr.=0,602 \text{ саж.}$$

Расходъ въ главномъ руслѣ:

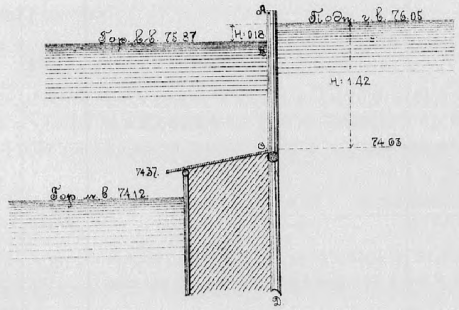
$$Q_2=\omega_2 v_2=61,08\times0,602=36,770 \text{ куб. саж.}$$

Весь расходъ въ живомъ сѣченіи по оси линіи:

$$Q_0=Q_1+Q_2=1,354+36,770=\mathbf{38,124} \text{ куб. саж.}$$

Опредѣленіе расхода чрезъ плотину.

Поперечный разрѣзъ плотины.



ширина плотины.

$a=11,00$ саж.

Опредѣлимъ расходъ чрезъ плотину при обыкновенныхъ условіяхъ, т. е. когда отмѣтка подпорнаго горизонта 76,05, а горизонта водъ ниже плотины 74,12.

Тогда имѣется видъ незатопленнаго водослива, чрезъ который вода изливается подъ постояннымъ напоромъ.

H=разности отмѣтокъ подпорнаго горизонта и порога, т. е.:

$$H=76,05-74,63=1,42.$$

Тогда расходъ:

$$Q=\frac{2}{3}\mu aH\sqrt{2gH}=\frac{2}{3}\times 0{,}85\times 11{,}00\times 1{,}42\sqrt{9{,}20\times 1{,}42}=0{,}57\times 11\times 1{,}42\times\sqrt{13{,}06}=$$
$$=8{,}91\times 3{,}61=\mathbf{32{,}17}\ \text{куб. саж.}$$

Опредѣленіе расхода въ случаѣ прорыва плотины.

Для опредѣленія объема подпертой плотиной воды была произведена съемка поперечныхъ профилей выше плотины по рѣкѣ на протяженіи 1800 саж. (36 пикетовъ); дальнѣйшей съемки не производилось въ виду значительнаго съуженія рѣчного русла и явившагося вслѣдствіе этого предположенія, что вліяніе подпора плотины далѣе 1800 саженъ не распространяется.

Планъ подпруженной части рѣки съ указаніемъ поперечныхъ профилей и поперечные профиля помѣщены ниже.

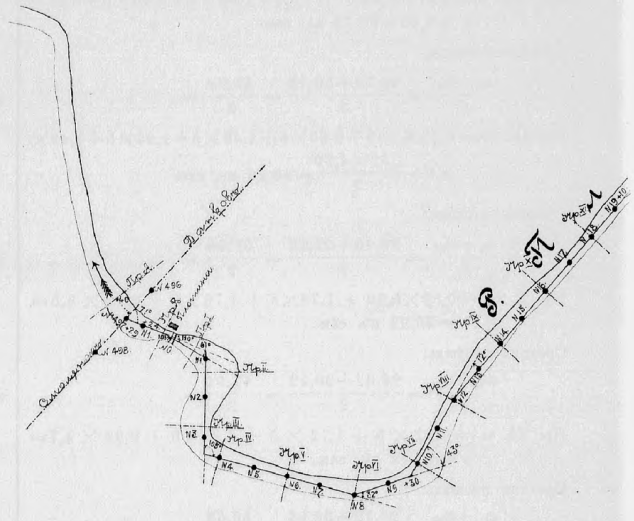
Площади поперечныхъ профилей и объемы воды, между ними, пруда р. Плавы выше желѣзнодорожнаго моста Данковъ-Смоленской желѣзной дороги:

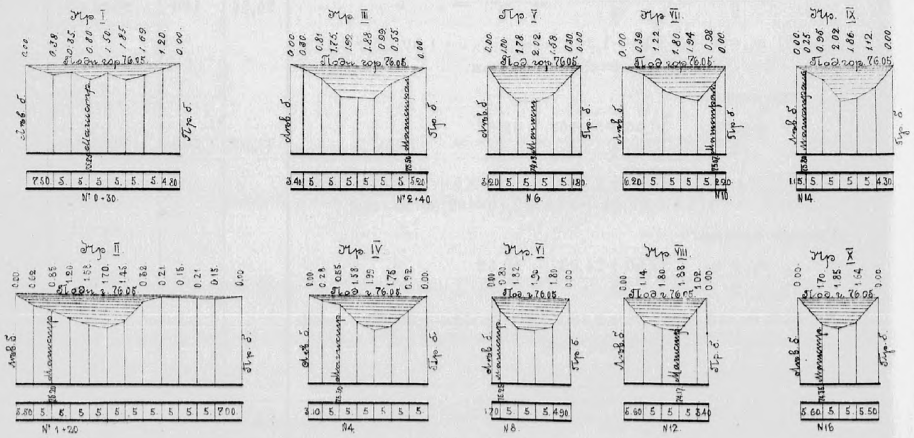
	Средняя площадь, кв. саж.	Разст. между проф., саж.	Объемы воды между профилями, куб. саж.
Пр. 0. $\omega_0=11\times 1{,}42=15{,}62$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_0+\omega_1}{2}=\frac{15{,}62+39{,}31}{2}=\frac{54{,}93}{2}=$	27,47	30	824,10
Пр. I. $\omega_1=\frac{0{,}38\times 7{,}50}{2}+0{,}37\times 5+0{,}58\times 5+1{,}15\times 5+1{,}68\times 5+1{,}77\times 5+1{,}45\times 5+0{,}60\times 4{,}8=39{,}31$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_1+\omega_2}{2}=\frac{39{,}31+42{,}63}{2}=\frac{81{,}94}{2}=$	40,97	40	1638,80
Пр. II. $\omega_2=0{,}31\times 5{,}50+0{,}74\times 5+1{,}03\times 5+1{,}39\times 5+1{,}64\times 5+1{,}58\times 5+0{,}89\times 5+0{,}27\times 5+0{,}18\times 5\times 3\times\frac{0{,}15\times 7{,}00}{2}=42{,}63.$			
Средняя площадь: $\frac{\omega_2+\omega_3}{2}=\frac{42{,}63+40{,}64}{2}=\frac{83{,}27}{2}=$	41,64	70	2914,80
Пр. III. $\omega_3=0{,}15\times 3{,}40+0{,}51\times 5+1{,}28\times 5+1{,}84\times 5+1{,}90\times 5+1{,}44\times 5+0{,}77\times 5+0{,}55\times 2{,}6=40{,}64$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_3+\omega_4}{2}=\frac{40{,}64+35{,}18}{2}=\frac{75{,}82}{2}=$	37,91	60	2274,60
Пр. IV. $\omega_4=0{,}14\times 3{,}10+0{,}42\times 5+1{,}07\times 5+1{,}79\times 5+1{,}87\times 5+1{,}34\times 5+0{,}46\times 5=35{,}18$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_4+\omega_5}{2}=\frac{35{,}18+32{,}02}{2}=\frac{67{,}20}{2}=$	33,60	50	1680,00
Пр. V. $\omega_5=0{,}50\times 3{,}20+1{,}39\times 5+1{,}90\times 5+1{,}80\times 5+0{,}94\times 5+0{,}15\times 1{,}80=32{,}02$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_5+\omega_6}{2}=\frac{32{,}02+30{,}19}{2}=\frac{62{,}21}{2}=$	31,11	100	3111,00

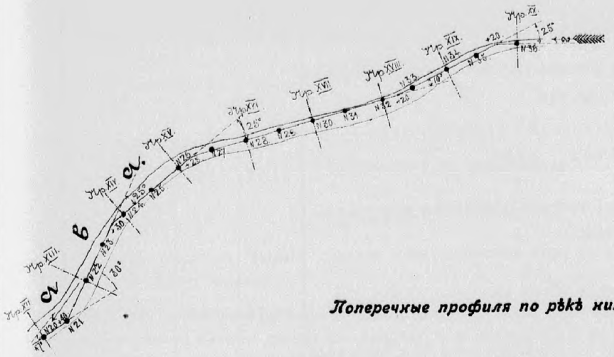
	Средняя площадь, кв. саж.	Разст. между проф., саж.	Объемы воды между профилями, куб. саж.
Пр. VI. $\omega_6=0{,}40\times 1{,}70+1{,}31\times 5+1{,}86\times 5+1{,}85\times 5+0{,}90\times 4{,}90=30{,}19$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_6+\omega_7}{2}=\frac{30{,}19+30{,}57}{2}+\frac{60{,}76}{2}=$	30,38	100	3038,00
Пр. VII. $\omega_7=0{,}20\times 6{,}20+0{,}81\times 5+1{,}51\times 5+1{,}87\times 5+1{,}46\times 5+0{,}49\times 2{,}20=30{,}57$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_7+\omega_8}{2}=\frac{30{,}57+28{,}73}{2}=\frac{59{,}30}{2}=$	49,65	100	4965,00
Пр. VIII. $\omega_8=0{,}57\times 5{,}60+1{,}47\times 5+1{,}84\times 5+1{,}45\times 5+0{,}51\times 3{,}40=28{,}72$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_8+\omega_9}{2}=\frac{28{,}72+30{,}16}{2}=\frac{58{,}88}{2}=$	29,44	100	2944,00
Пр. IX. $\omega_9=0{,}13\times 1{,}15+0{,}60\times 5+1{,}49\times 5+1{,}94\times 5+1{,}49\times 5+\frac{1{,}12\times 4{,}30}{2}=30{,}16$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_9+\omega_{10}}{2}=\frac{30{,}16+26{,}92}{2}=\frac{57{,}08}{2}=$	28,54	100	2854,00
Пр. X. $\omega_{10}=0{,}85\times 5{,}60+1{,}78\times 5+1{,}75\times 5+0{,}82\times 5{,}5=26{,}92$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_{10}+\omega_{11}}{2}=\frac{26{,}92+20{,}12}{2}=\frac{47{,}04}{2}=$	23,52	100	2352,00
Пр. XI. $\omega_{11}=0{,}22\times 5+1{,}12\times 5+1{,}82\times 5+0{,}92\times 4{,}7=20{,}12$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_{11}+\omega_{12}}{2}=\frac{20{,}12+30{,}56}{2}=\frac{50{,}68}{2}=$	25,34	100	2534,00
Пр. XII. $\omega_{12}=0{,}50\times 3{,}10+1{,}30\times 5+1{,}75\times 5+1{,}50\times 5+0{,}82\times 5+0{,}27\times 8=30{,}56$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_{12}+\omega_{13}}{2}=\frac{30{,}56+32{,}50}{2}=\frac{63{,}06}{2}=$	31,53	100	3153,00
Пр. XIII. $\omega_{13}=0{,}10\times 3{,}60+0{,}75\times 5+1{,}51\times 5+1{,}75\times 5+1{,}54\times 5+0{,}81\times 5+0{,}16\times 2{,}10=32{,}50$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_{13}+\omega_{14}}{2}=\frac{32{,}50+24{,}03}{2}=\frac{56{,}53}{2}=$	28,27	100	2827,00
Пр. XIV. $\omega_{14}=0{,}44\times 2{,}90+1{,}33\times 5+1{,}74\times 5+1{,}30\times 5+0{,}45\times 2=24{,}03$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_{14}+\omega_{15}}{2}=\frac{24{,}03+25{,}48}{2}=\frac{49{,}51}{2}=$	24,76	100	2476,00

Планъ

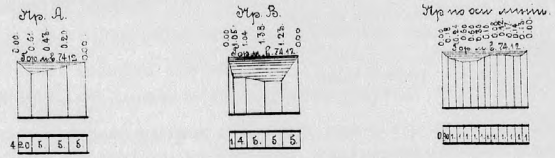
подпруженной части р. Плавы выше пересѣченія ея Данковъ-Смоленской линіей.



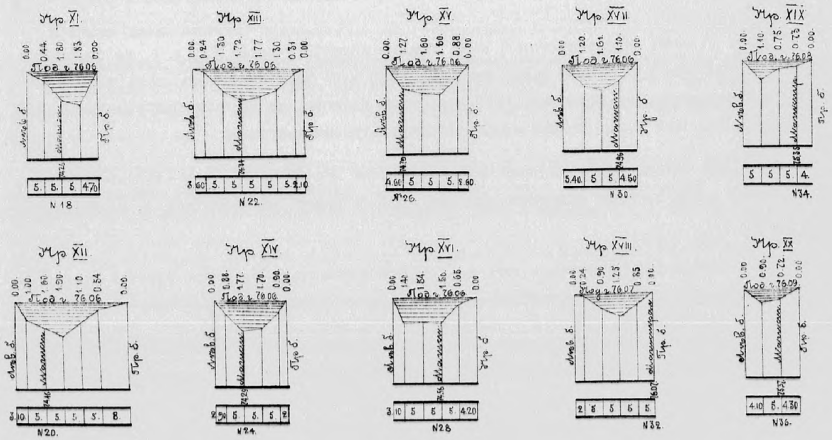




Поперечные профиля по рѣкѣ ниже плотины.



Поперечные профиля по рѣкѣ выше плотины.



	Средняя площадь, кв. саж.	Разст. между проф., саж.	Объемы воды между профилями, куб. саж.
Пр. XV. $\omega_{15}=0{,}64\times4{,}60+1{,}44\times5+1{,}60\times5+1{,}24\times5+0{,}44\times\times2{,}60=25{,}48$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_{15}+\omega_{16}}{2}=\frac{25{,}48+23{,}91}{2}=\frac{49{,}39}{2}=$	24,70	100	2470,00
Пр. XVI. $\omega_{16}=0{,}70\times3{,}10+1{,}47\times5+1{,}52\times5+1{,}08\times5+0{,}33\times\times4{,}20=23{,}91$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_{16}+\omega_{17}}{2}=\frac{23{,}91+19{,}62}{2}=\frac{43{,}53}{2}=$	21,77	100	2177,00
Пр. XVII. $\omega_{17}=0{,}60\times5{,}40+1{,}41\times5+1{,}36\times5+0{,}55\times4{,}60=$ $=19{,}62$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_{17}+\omega_{18}}{2}=\frac{19{,}62+15{,}89}{2}=\frac{35{,}51}{2}=$	17,76	100	1776,00
Пр. XVIII. $\omega_{18}=0{,}12\times2+0{,}57\times5+1{,}08\times5+1{,}05\times5+0{,}43\times\times5=15{,}89$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_{18}+\omega_{19}}{2}=\frac{15{,}89+12{,}58}{2}=\frac{28{,}47}{2}=$	14,24	100	1424,00
Пр. XIX. $\omega_{19}=0{,}55\times5+0{,}93\times5+0{,}74\times5+0{,}37\times4=$ $=12{,}58$ кв. саж.			
Средняя площадь: $\frac{\omega_{19}+\omega_{20}}{2}=\frac{12{,}58+7{,}45}{2}=\frac{20{,}03}{2}=$	10,02	100	1002,00
Пр. XX. $\omega_{20}=0{,}45\times4{,}10+0{,}81\times5+0{,}36\times4{,}30=7{,}45$ кв. саж.			
Итого. . . $W_1=$	—	—	48435,03
		$=\backsim$	48500 куб. с.

Такимъ образомъ объемъ подпертой воды между плотиной и проф. XX, т. е. на протяженіи 1800 саж. (36 пик. $\times50=1800$ саж.) равенъ $\backsim$48000 куб. саж.; на самомъ дѣлѣ вліяніе подпора не прекращается на разстояніи 1800 саж. выше плотины, но продолжается еще далѣе. Для подсчета объема всей подпруженной воды, приняты слѣдующія допущенія:

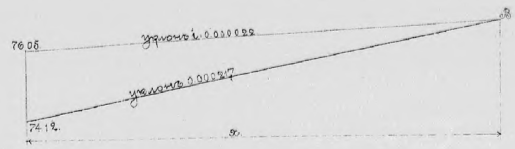
1) что при естественномъ состояніи рѣки, т. е. при отсутствіи плотины—горизонтъ меженнихъ водъ у мѣста плотины останется тотъ же, какъ и теперь ниже плотины, т. е. на отмѣткѣ 74,12;

2) что уклонъ меженнихъ водъ тотъ же, какъ и между мостами Московско-Курской дор. и шоссейнымъ, т. е. 0,000217.

Тогда, принимая уклонъ подпертой воды однообразнымъ на пространствѣ дѣйствія подпора и равнымъ среднему уклону на протяженіи 20 снятыхъ профилей, т. е. равнымъ:

$$i=\frac{76{,}09-76{,}05}{1800}=\frac{0{,}04}{1800}=0{,}000022,$$

находимъ разстояніе x отъ 20-го профиля до точки прекращенія дѣйствія подпора:



$$76{,}05+0{,}000022x=74{,}12+0{,}000217x,$$

или:

$$76{,}05-74{,}12=(0{,}000217-0{,}000022)x,$$

$$0{,}000195x=1{,}93 \text{ саж., откуда:}$$

$$x=\frac{1{,}93}{0{,}000195}=9897{,}44=\backsim9900 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ вліяніе подпора обнаруживается еще на протяженіи 9900—1800=8100 саж. выше 20-го профиля.

Считая для запаса среднюю площадь живого сѣченія рѣки выше двадцатаго профиля равной площади живого сѣченія двадцатаго профиля, т. е. равной 7,45 кв. саж., найдемъ дополнительный объемъ подпертой воды выше XX профиля:

$$W_2=7{,}45\times8100=60345 \text{ куб. саж.}\backsim60500 \text{ куб. саж.}$$

Слѣдовательно, объемъ всей подпертой плотиной воды:

$$W=W_1+W_2=48500+60500=109000 \text{ куб. саж.}$$

Полагая, что въ моментъ прорыва плотины наибольшій расходъ секундный будетъ соотвѣтствовать такому постоянному, при которомъ вся подпертая вода прошла бы чрезъ плотину въ теченіе 1-го часа, найдемъ этотъ *maxim.* расходъ:

$$Q_{sec.}=\frac{109000}{3600}=\mathbf{30{,}28} \text{ куб. саж. въ секунду.}$$

Опредѣлимъ наибольшій расходъ чрезъ плотину въ моментъ ея прорыва другимъ способомъ:

Отмѣтка дна пруда въ наиболѣе пониженной точкѣ (по поперечному профилю № I) . . . . . 74,20 саж.

Отмѣтка самаго высокаго подпорнаго горизонта . . . . . 76,05 „

Отмѣтка порога (фахбаума) плотины . . . . . 74,63 „

Ширина (вдоль плотины) пруда. . . . . 11,00 „

Предположимъ, для полученія наибольшаго возможнаго расхода въ моментъ прорыва плотины, что прорывъ плотины произойдетъ при наивысшемъ подпорномъ горизонтѣ и что вода сноситъ плотину цѣликомъ на всей ея ширинѣ 11 саж., причемъ истеченіе чрезъ образовавшуюся промоину, въ моментъ прорыва, допускаемъ при непонизившемся горизонтѣ.

Среднюю скорость въ этомъ случаѣ найдемъ по формулѣ Гумфрейса и Аббота, примѣнявшими ее для опредѣленія расхода при прорывѣ оградительныхъ дамбъ на р. Миссисипи (*Theorie der Bewegung des Wassers, Grebenau* 1867, II Cap., *S.* 110), а именно:

$$v_{ср.}=10-\frac{17}{h} \text{ (въ фут.)}=10-\frac{17}{12{,}95}=10-1{,}31=8{,}69 \text{ фут.}=1{,}24\frac{\text{саж.}}{\text{сек.}}$$

h=наибольшая глубина въ прорывѣ=76,05—74,20=1,85 саж.=12,95 фут.

Площадь живого сѣченія:

$$\Omega=11{,}00\times1{,}85=20{,}35 \text{ кв. саж.}$$

Такимъ образомъ расходъ въ мѣстѣ прорыва:

$$Q_{II}=\Omega\times v_{ср.}=20{,}35\times1{,}24=\mathbf{25{,}23} \text{ куб. саж.}$$

Опредѣлимъ теперь расходъ въ моментъ прорыва плотины, исходя изъ условій истеченія воды чрезъ водосливъ съ неполнымъ сжатіемъ, т. е. въ которомъ сжатіе струи съ боковъ устранено приближеніемъ боковыхъ стѣнокъ канала (такъ какъ мы предполагаемъ, что прорывъ произойдетъ по всей длинѣ плотины).

По Брашману (курсъ гидравлики Максименко стр. 160—161) коэффиціентъ расхода:

$$\mu=\alpha+\beta\frac{a}{B}+\frac{\gamma}{H},$$

гдѣ: B—ширина канала въ томъ мѣстѣ, гдѣ измѣряется напоръ H, a—длина водослива; α, β и γ—постоянные коэффиціенты, равные для футовъ:

$$\alpha=0{,}5757;\ \beta=0{,}0579;\ \gamma=0{,}0026;\ H=12{,}95 \text{ фут.}$$

$$2g=2\times4{,}6=9{,}20 \text{ саж.}=64{,}4 \text{ фут.}$$

При неполномъ сжатіи съ обоихъ боковъ:

$$B=a \text{ и } \mu=\alpha+\beta+\frac{\gamma}{H}=0{,}5757+0{,}0579+\frac{0{,}0026}{H},$$

или $\mu=0{,}6336+\frac{0{,}0026}{H}$.

Расходъ $Q_{III}=\frac{2}{3}\mu a\sqrt{2g}H^{3/2}=\frac{2}{3}\left(0{,}6336+\frac{0{,}0026}{H}\right)\times\sqrt{2g}\times H^{3/2}=\frac{2}{3}\left(0{,}6336+\frac{0{,}0026}{12{,}95}\right)\times77\times\sqrt{64{,}40}\times12{,}95^{3/2}=\frac{2}{3}\times0{,}6338\times77{,}00\times8{,}02\times46{,}60=12735{,}28$ куб. ф.$=\backsim12736$ куб. ф.$=$**37,13 куб. саж.**

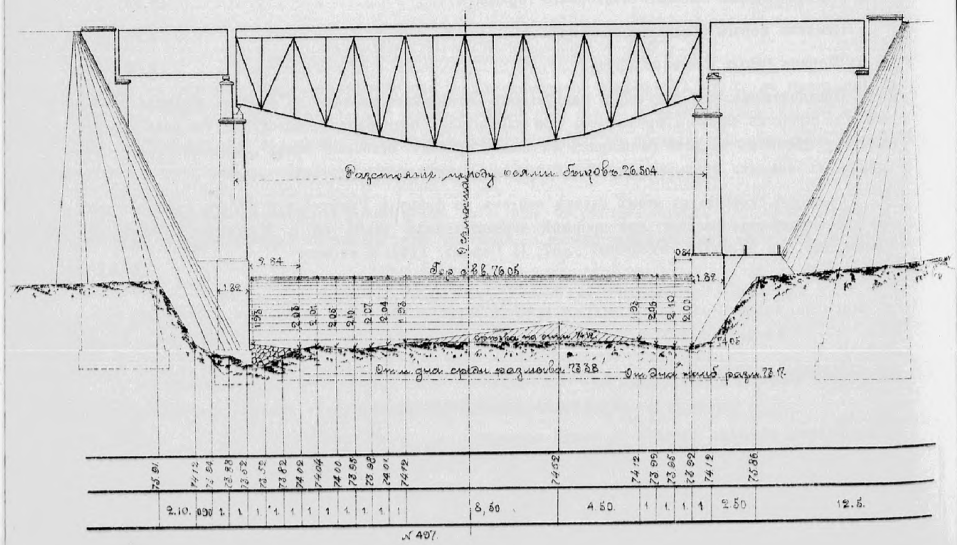
Таблица расходовъ въ куб. саж.

Подъ мостомъ М.-К. ж. д.	Подъ шоссейный мостъ.	Въ живомъ сѣченіи по оси Д.-См. линіи.	Чрезъ плотину.	При прорывѣ плотины.		
				По формулѣ Брашмана.	По предыдущ. расчету.	По формулѣ Гумфрейса и Аббота.
31,127 кб. с.	29,34 кб. с.	38,12 кб. с. $=\backsim38{,}20$	32,17 кб. с.	27,13 кб. с.	30,28 кб. с.	25,23 кб. с.

Такимъ образомъ наибольшій расходъ получается въ живомъ сѣченіи подъ мостомъ Данковъ-Смоленской линіи при условіи сравненія горизонтовъ воды ниже и выше плотины, т. е. въ случаѣ, имѣвшемъ мѣсто только два раза за все время существованія плотины.

Живое сѣченіе

подъ мостомъ Данковъ-Смоленской линіи.



Принимаемъ отверстіе моста на р. Плавѣ равнымъ 25 сажень.

Площадь живого сѣченія подъ мостомъ:

$$\omega_0=\frac{1{,}93\times2{,}03}{2}\times2{,}84+\frac{2{,}03+2{,}01}{2}\times1+\frac{2{,}01+2{,}05}{2}\times1+\frac{2{,}05+2{,}10}{2}\times1+\frac{2{,}10+2{,}07}{2}\times$$
$$\times1{,}00+\frac{2{,}07+2{,}04}{2}\times1{,}00+\frac{2{,}04+1{,}93}{2}\times1{,}00+1{,}93\times13{,}00+\frac{1{,}93+2{,}06}{2}\times1{,}00+$$
$$+\frac{2{,}06+2{,}10}{2}\times1{,}00+\frac{2{,}10+2{,}00}{2}\times0{,}84=5{,}62+2{,}020+2{,}03+2{,}075+2{,}085+2{,}055+$$
$$+1{,}985+25{,}09+1{,}995+2{,}080+1{,}722=48{,}757 \text{ кв. саж.}$$

По таблицѣ А. В. Бѣлинскаго достаточная площадь живого сѣченія подъ мостомъ, принимая бассейнъ р. Плавы по 3-хъ вер. картѣ=473 кв. вер.:

$$\omega=473\times0{,}50=23{,}65 \text{ кв. саж.}$$

Средняя глубина воды до размыва:

$$h=\frac{48{,}757}{25}=1{,}95 \text{ саж.}$$

Наибольшая глубина воды до размыва:

$$h_{max}=2{,}10 \text{ саж.}$$

Первоначальная средняя скорость:

$$v=\frac{Q}{\mu\omega_0}=\frac{38{,}20}{0{,}95\times49{,}757}=\frac{38{,}20}{47{,}27}=0{,}808 \text{ саж.}$$

Считая, что размывъ русла прекратится, когда установится средняя скорость $v_0=0{,}602=$ =средней скорости въ главномъ руслѣ до постройки моста (см. опр. расхода по оси Данковъ-Смоленской линіи) найдемъ среднюю глубину воды послѣ размыва:

$$h_{cp.}'=\frac{Q}{\mu v_0 l}=\frac{38{,}20}{0{,}95\times0{,}602\times25}=2{,}67 \text{ саж.}$$

Отмѣтка дна средняго размыва:

$$76{,}05-2{,}67=73{,}38.$$

Наибольшая глубина воды послѣ размыва:

$$h_{max}'=\frac{2{,}67\times2{,}10}{1{,}95}=2{,}88 \text{ саж.}$$

Отмѣтка дна наибольшаго размыва:

$$76{,}05-2{,}88=73{,}17 \text{ саж.}$$

Повѣрка устойчивости устоевъ.

Устои состоятъ изъ: 1) подпорной стѣнки, поддерживающей насыпь, 2) берегового быка и 3) желѣзнаго балочнаго моста, перекрывающаго пространство между быкомъ и подпорной стѣнкой; на Смоленскомъ устоѣ балочная ферма пролетомъ 6 саж., а на Данковскомъ—пролетомъ 8 саж.

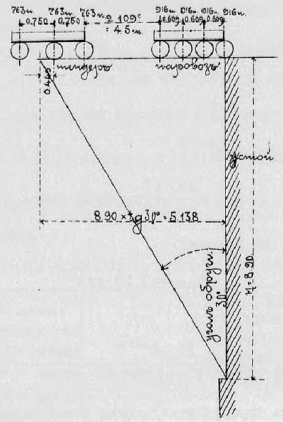
Подпорная стѣнка.

Опредѣлимъ устойчивость Смоленской подпорной стѣнки, какъ менѣе устойчивой, чѣмъ Данковская, имѣющая при томъ же напорѣ насыпи бо́льшія сопротивляющіяся опрокидыванію вертикальныя силы: 1) бо́льшій вѣсъ верхней болѣе широкой части стѣнки и 2) бо́льшій вѣсъ балоч-

наго моста (прол. 8 саж., на Смоленской—6 саж.) и большій вѣсъ временной на балочномъ мостѣ нагрузки; размѣры частей Смоленской подпорной стѣнки, обезпечивающіе ея устойчивость, примѣнимъ къ соотвѣтствующимъ частямъ Данковской подпорной стѣнки.

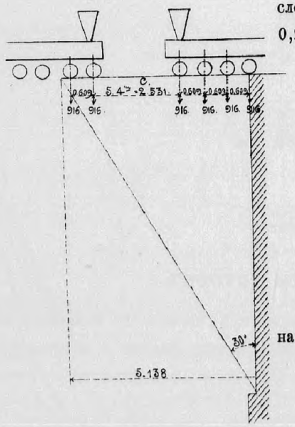
Высота временной нагрузки (паровоза 4-хъ оснаго съ нагрузкой 15 *tn.*=916 пуд. на ось при разстояніи между осями 1,3 *mtr.*=0,609 саж. и тендера 3-хъ оснаго съ нагрузкой 12,5 *tn.*=763 пуд. на ось при разстояніи между осями 1,6 *mtr.*=0,750 саж.), приведенная къ матеріалу насыпи, считая, что временная нагрузка дѣйствуетъ по всей ширинѣ 2,20 саж. стѣнки.

Схема 1.



$$h=\frac{916\times4+763\times2}{5,135\times2,20\times1000}=\frac{3664+1526}{5,135\times2,20\times1000}=\frac{5190}{11297}=0,46 \text{ саж.}$$

Схема 2.



Къ этой высотѣ надо прибавить толщину балластнаго слоя надъ бровкой полотна 0,24 саж. и подъ рельсомъ 0,20 саж.

$$h_0=0,46+0,24=0,70 \text{ саж.}$$

Предполагая нагрузку по схемѣ 2, получимъ:

$$h=\frac{916\times6}{5,135\times2,20\times1000}=\frac{5496}{11297}=0,49.$$

Прибавляя 0,24 саж., получимъ:

$$h_0=0,49+0,24=0,73 \text{ саж.}$$

Полный напоръ земли на стѣнку, считая временную нагрузку:

$$Q=\frac{2,20}{2}\ \gamma tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H\,(H+2h_0), \text{ гдѣ:}$$

$\gamma=1000$ пуд. (вѣсъ куб. саж. земли);

$\varphi=30^0$ (уголъ естественнаго откоса насыпного грунта):

$$45^0-\frac{\varphi}{2}=30^0;\ \frac{\gamma}{2}\ tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=166,67;\ h_0=0,73.$$

Площадь живого сѣченія $=\omega_0=\omega_1+\omega_2$:

$$\omega_1=\frac{0,60\times0,05}{2}+\frac{0,05+1,80}{2}\times2,50+\frac{1,80+1,88}{2}\times1,68+\frac{1,88+2,08}{2}\times0,75+\frac{2,08+2,18}{2}\times$$
$$\times1,07+\frac{2,18+2,23}{2}\times2,00+\frac{2,23+2,21}{2}\times2,00+2,21\times1,50+\frac{2,21+2,19}{2}\times0,80+$$
$$+\frac{2,19+1,98}{2}\times1,70=0,015+2,313+3,091+1,485+2,279+4,410+4,440+3,315+$$
$$+1,760+3,545=26,653 \text{ кв. саж.}$$

$$\omega_2=\frac{2,27+2,25}{2}\times2,00+\frac{2,25+2,15}{2}\times1,00+\frac{2,15+2,04}{2}\times0,82+\frac{2,04+2,01}{2}\times0,18+$$
$$+\frac{2,01+1,80}{2}\times0,40+\frac{1,80+1,84}{2}\times1,60+\frac{1,84+1,87}{2}\times2,00+\frac{1,87+1,90}{2}\times2,00+$$
$$+\frac{1,90+1,85}{2}\times0,90+\frac{1,85+1,10}{2}\times1,10+\frac{1,10\times2,00}{2}=4,520+2,200+1,718+0,365+$$
$$+0,762+2,912+3,710+3,770+1,688+1,623+1,100=24,368 \text{ кв. саж.}$$

$$\omega_0=\omega_1+\omega_2=26,653+24,368=51,021 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=\sqrt{0,60^2+0,05^2}+\sqrt{2,50^2+1,75^2}+\sqrt{1,68^2+0,08^2}+\sqrt{0,75^2+0,20^2}+\sqrt{0,10^2+1,07^2}+$$
$$+\sqrt{2^2+0,05^2}+\sqrt{2^2+0,02^2}+1,50+\sqrt{0,80^2+0,02^2}+\sqrt{1,70^2+0,21^2}+1,98=0,602+$$
$$+3,051+1,682+0,771+1,074+2+2+1,500+0,800+1,713+1,980=17,173 \text{ саж.}$$

$$p_2=2,27+\sqrt{2^2+0,02^2}+\sqrt{1^2+0,10^2}+\sqrt{0,82^2+0,11^2}+\sqrt{0,18^2+0,03^2}+\sqrt{0,40^2+0,21^2}+$$
$$+\sqrt{1,60^2+0,04^2}+\sqrt{2^2+0,03^2}+\sqrt{2^2+0,03^2}+\sqrt{0,90^2+0,05^2}+\sqrt{1,10^2+0,75^2}+$$
$$+\sqrt{2^2+1,10^2}=2,270+2,000+1,005+0,828+0,182+0,452+1,600+2,000+$$
$$+2,000+0,901+1,331+2,282=16,851 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

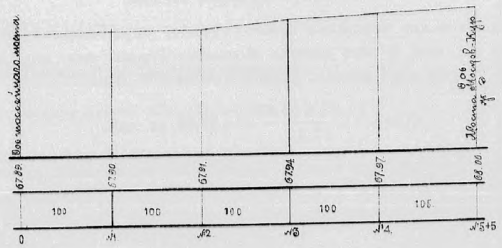
$$R_1=\frac{\omega_1}{p_1}=\frac{26,653}{17,173}=1,552 \text{ саж.}=3,311\ mtr.$$

$$R_2=\frac{\omega_2}{p_2}=\frac{24,368}{16,831}=1,446 \text{ саж.}=3,085\ mtr.$$

Уклонъ i принятъ равнымъ уклону воды между мостами Московско-Курской и шоссейнымъ.

Профиль

паденія воды между мостомъ Московско-Курской ж. д. и шоссейнымъ мостомъ.



Уклонъ $i=\frac{68,00-67,89}{505}=\frac{0,11}{505}=0,000217.$

Скорость $v=c\sqrt{Ri}$, гдѣ:

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}=\frac{23+\frac{1}{0,025}+\frac{0,00155}{0,000217}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,000217}\right)\frac{0,025}{\sqrt{R}}}=\frac{70,14}{1+\frac{0,7535}{\sqrt{R}}}.$$

При $R=R_1=3,311$ *mtr.* $c=c_1=49,604$,

скорость $v=v_1=c_1\sqrt{R_1 i}=49,604\times\sqrt{0,000718487}=49,604\times 0,0268=1,329$ *mtr.* $=$ $=0,623$ саж.

расходъ $Q_1=\omega_1\times v_1=26,652\times 0,623=16,604$ куб. саж.

При $R=R_2=3,085$ *mtr.*

$c=c_2=49,083$;

$v=v_2=49,083=\sqrt{0,000669445}=49,083\times 0,0259=1,271$ *mtr.* $=0,596$ саж.;

$Q_2=\omega_2 v_2=24,368\times 0,596=14,523$ куб. саж.;

$Q=Q_1+Q_2=16,604+14,523=$ **31,127 куб. саж.**

Ширина отверстія по урѣзу самыхъ высокихъ водъ 1883 года:

$$l=14,60+14,00=28,60 \text{ саж.}$$

Бассейнъ рѣки Плавы отъ истоковъ до Данковъ-Смоленской линіи по 3 вер. картѣ:

$$\Omega_1=473 \text{ кв. версты.}$$

Бассейнъ рѣки Плавы между линіями Данковъ-Смоленской и Московско-Курской:

$$\Omega_2=243 \text{ кв. версты.}$$

Бассейнъ рѣки Плавы отъ истоковъ до Московско-Курской линіи:

$$\Omega_0=\Omega_1+\Omega_2=473+243=716 \text{ кв. вер.}$$

По таблицѣ А. В. Бѣлинскаго, помѣщенной въ циркулярѣ Министерства Путей Сообщенія отъ 11-го Ноября 1877 г. за № 11230, достаточная площадь живого сѣченія подъ мостомъ Московско-Курской ж. д. опредѣлится:

$$\omega=716\times 0,045=\mathbf{32,22 \text{ кв. саж.}}$$

На самомъ дѣлѣ имѣется площадь:

$$\omega_0=\mathbf{51,02 \text{ кв. саж.}}$$

при ширинѣ отверстія по урѣзу воды:

$$l=\mathbf{28,60 \text{ саж.}}$$

По таблицѣ Бѣлинскаго достаточная площадь живого сѣченія подъ мостомъ Данковъ-Смоленской линіи должна быть равна:

$$O=473\times 0,050=\mathbf{23,65 \text{ кв. саж.}}$$

Сохраняя отношеніе между площадями живого сѣченія, опредѣленными: по таблицѣ и дѣйствительнымъ, такимъ же, какъ и подъ мостомъ Московско-Курской жел. дор., найдемъ желательную площадь живого сѣченія подъ мостомъ Данковъ-Смоленской линіи:

$$O_0=\frac{51,02\times 23,65}{32,22}=\mathbf{37,45 \text{ кв. саж.}}$$

Принимая среднюю глубину подъ мостомъ Данковъ-Смоленской линіи равной разности горизонтовъ высокихъ водъ и меженнихъ, т. е. $=h=76,05-74,12=1,93$ саж., что менѣе дѣйствительной, найдемъ достаточную ширину отверстія по урѣзу воды подъ мостомъ Данковъ-Смоленской линіи:

$$l_x=\frac{O_0}{h}=\frac{37,45}{1,93}=19,4 \text{ саж.}$$

Опредѣлимъ теперь коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A и на скольженіе въ плоскости фундамента, принимая во вниманіе напоръ конуса на лицевую плоскость стѣнки и вѣсъ половины пролета 5-ти саженнаго моста.

При вычисленіи напора конуса будемъ принимать во вниманіе только его нижнюю часть, ограниченную сверху горизонтальною плоскостью, проходящею чрезъ F ребро пересѣченія поверхности конуса съ плоскостью обрушенія земляной призмы GFB.

Напоръ конуса $Q_2=b\times\frac{\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)h^2$,

гдѣ: $b=2,20$ саж.—ширина стѣнки, подверженной напору конуса:

$$\frac{\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=166,67;\quad h=\frac{H_1}{1+tg30^0}=\frac{4,45}{1,57735}=2,82.$$

Слѣдовательно $Q_2=2,20\times 166,67\times 2,82^2=2916$ пуд.

Плечо его относительно точки B:

$$q_2=\frac{h}{3}=\frac{2,82}{3}=0,94 \text{ саж.}$$

Моментъ $Q_2q_2=2916\times 0,94=2741$ пудо-саж.

Равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на стѣнку выше обрѣза фундамента:

$$Q_0=Q_1-Q_2=33808-2916=30892 \text{ пуд.}$$

Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра B:

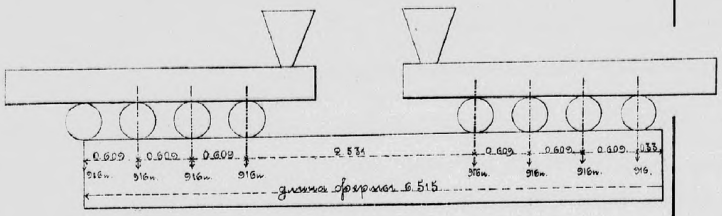
$$Q_0q_0=Q_1q_1-Q_2q_2=107509-2741=104768 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо ея относительно B:

$$q_0=\frac{Q_0q_0}{Q}=\frac{104768}{30892}=3,39 \text{ саж.}$$

	Пуды.	Пудо-саж.
Вѣсъ земляной призмы $BKLM$, давящей на переднюю плоскость передней стѣнки: $1000\times\frac{H_1+h_1}{2}\times S\times 2,20=1000\times\frac{4,45+2,00}{2}\times 2,66\times 2,20=$ $=1000\times 3,225\times 2,66\times 2,20=1000\times 18,873=$	18873	
Моментъ его относительно ребра B: $18873\left(2,66-\frac{2,66}{3}\times\frac{3\times 2,00+2\times 4,45}{2\times 2,00+4,45}\right)=18873(2,66-1,56)=$ $=18873\times 1,10=$	—	20760
Вѣсъ половины пролета 6-ти саженнаго моста:		
1) металлическихъ частей 688,53=∾689 пуд.		
2) деревянныхъ частей и рельсовъ 472 пуд.		
Всего, слѣдовательно	1161	
Моментъ ея $1161\times S_1=1161\times 2,91=$	—	3379

	Пуды.	Пудо-саж.
Вѣсъ временной нагрузки на 6-ти саж. мостѣ:		
$916\times8=$	7328	



Моментъ его относительно ребра B:		
$7328\times2{,}91=$	—	21324
Вѣсъ временной нагрузки, расположенной на подпорной стѣнкѣ:		
$1000\times0{,}73\times1{,}64\times2{,}20=1000\times2{,}634=$	2634	
Моментъ ея относительно B:		
$2634\times\left(4{,}70-\frac{1{,}64}{2}\right)=2634\times3{,}88=$	—	10220

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку:

$$v=70188+18873+1161+7328+2634=100184.$$

Моментъ ея:

$$vp=226087+20760+3379+21324+10220=271550.$$

Плечо ея:

$$p=\frac{vp}{v}=\frac{271550}{100184}=2{,}71 \text{ саж.}$$

Принимая во вниманіе всѣ силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку, получимъ коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра B:

$$m=\frac{v_0p_0}{Q_0q_0}=\frac{271550}{104768}=2{,}59;$$

2) на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_1=\frac{fv_0+f'p}{Q_0}=\frac{0{,}70\times100184+0{,}57\times18896}{30892}=\frac{70129+10771}{30892}=\frac{80900}{30892}=2{,}62,$$

гдѣ:

$f=0{,}70$—коэффиціентъ тренія камня о камень;

$f'=0{,}57$— „ „ грунта о грунтъ;

p—вѣсъ части конуса вправо отъ плоскости BK, а именно $BCDK$:

$$p=1000\times\frac{4{,}45+1{,}62}{2}\times2{,}83\times2{,}20=1000\times18{,}896=18896 \text{ пуд.}$$

Опредѣлимъ условія устойчивости подпорной стѣнки въ плоскости основанія:

	Пуды въ цѣлыхъ	Пудо-саж. въ числахъ.
1) Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $v_0=$	100184	
Моментъ ея относительно ребра O:		
$100184\times(2{,}71+0{,}40)=100184\times3{,}11=$	—	311572
2) Вѣсъ кладки фундамента:		
$1300\times5{,}15\times2{,}50\times1{,}00=1300\times12{,}875=$.	16738	
Моментъ:		
$1300\times2{,}50\times0{,}50\left\{5{,}05\times\left(\frac{5{,}05}{2}+0{,}20\right)+\frac{5{,}25\times5{,}25}{2}\right\}=$ $=1300\times2{,}50\times0{,}50\times(13{,}761+13{,}781)=1300\times2{,}50\times0{,}50\times$ $\times27{,}542=$	—	44756
3) Вѣсъ земли, давящей на задній обрѣзъ фундамента:		
$1000\times0{,}15\times8{,}90\times2{,}50=1000\times3{,}338=$	3338	
Моментъ ея относительно O:		
$3338\times(3{,}25-0{,}075)=3338\times3{,}175=$	—	10598
4) Вѣсъ земли, давящей на передніе обрѣзы фундамента:		
$1000\times0{,}20\times2{,}50\times(4{,}35+4{,}65)=1000\times0{,}20\times2{,}50\times9{,}00=$ . .	4500	
Моментъ относительно O:		
$1000\times0{,}20\times2{,}50(4{,}35\times0{,}30+4{,}65\times0{,}10)=1000\times0{,}20\times2{,}50\times$ $\times(1{,}305+0{,}465)=1000\times0{,}20\times2{,}50\times1{,}770=1000\times0{,}885=$	—	885
5) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента:		
$2\times1000\times0{,}15\times4{,}70\times\frac{8{,}90+4{,}45}{2}=1410\times6{,}675=$	9412	
Моментъ:		
$9412\times\left(\frac{3\times4{,}45+2\times8{,}90}{2\times4{,}45+8{,}90}\times\frac{4{,}70}{3}+0{,}40\right)=9412(2{,}74+$ $+0{,}40)=9412\times3{,}14=$	—	29554
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ . . . . . $W=$	134172	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра . . . . . $Q=$	—	397365

Плечо ея относительно ребра O:

$$w=\frac{Ww}{W}=\frac{397365}{134172}=2{,}96.$$

Коэффиціенты устойчивости въ плоскости основанія:

1) на вращеніе около ребра O:

$$m_1=\frac{Ww}{Q_0(q_0+0{,}40)}=\frac{397365}{30892(3{,}39+0{,}40)}=\frac{397365}{117081}=3{,}39;$$

2) на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_2=\frac{f'(W+p)}{Q_0}=\frac{0{,}57(134172+18896)}{30892}=\frac{0{,}57\times153068}{30892}=\frac{87249}{30892}=2{,}82.$$

Равнодѣйствующая горизонтальныхъ и вертикальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву подпорной стѣнки въ точкѣ, отстоящей отъ ребра O въ разстояніи:

$$\beta = W - \frac{Q_0(q_0+0{,}40)}{W} = 2{,}96 - \frac{117081}{134172} = 2{,}96 - 0{,}87 = 2{,}09 \text{ саж., что болѣе } \frac{5{,}25}{3} =$$

$=1{,}75$ саж.; слѣдовательно равнодѣйствующая пересѣкаетъ подошву въ средней трети.

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0 = \frac{W}{\omega} = \frac{134172}{5{,}25\times2{,}50\times7056} = \frac{134172}{92610} = 1{,}45 \text{ пуд.}$$

Наибольшее давленіе у ребра O:

$$max\sigma_0 = \sigma_0\left(1 + \frac{6(2{,}625-2{,}090)}{5{,}25}\right) = 1{,}45\times\left(1+\frac{6\times0{,}535}{5{,}25}\right) = 1{,}45(1+0{,}61) = 1{,}45\times1{,}61 =$$

$=2{,}33$ пуд.

Допуская среднее давленіе на сваю въ 1200 пуд., находимъ необходимое количество свай:

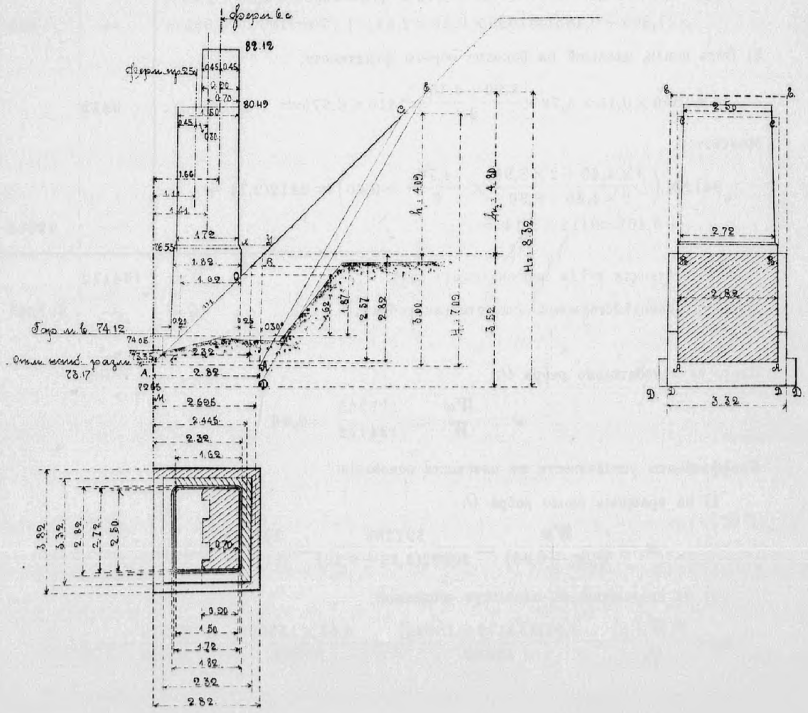
$$N = \frac{W}{1200} = \frac{134172}{1200} = 111{,}8 = 112 \text{ свай.}$$

Смоленскую подпорную стѣнку предположено заложить на отмѣткѣ 73,50 непосредственно на слоѣ щебня, имѣющемъ толщину 0,81 саж.; что же касается Данковской подпорной стѣнки, то вопросъ о системѣ ея основанія оставляется нерѣшеннымъ впредь до вырытья котловановъ, когда представится возможность безошибочно рѣшить, необходимы ли сваи подъ фундаментъ или нѣтъ. Въ случаѣ устройства свайнаго основанія, сваи расположить по чертежу, числомъ $N_0=116$.

Слѣдовательно, давленіе на каждую сваю:

$$\Delta = \frac{W}{N_0} = \frac{134172}{116} = 1156{,}65 \text{ пуд.}$$

Береговой быкъ.



Опредѣлимъ устойчивость Смоленскаго берегового быка, какъ менѣе устойчиваго: 1) въ виду того, что напоръ конуса значительнѣе чѣмъ въ Данковскомъ, въ которомъ конусъ прерывается для устройства проѣзда; 2) въ виду того, что вѣсъ 6-ти саженнаго балочнаго моста, перекрывающаго пространство между подпорной стѣнкой и береговымъ быкомъ, и дающаго сопротивляющійся опрокидыванію быка въ наружу моментъ, менѣе чѣмъ вѣсъ фермъ балочнаго моста Данковскаго устоя, имѣющаго пролетъ 8 сажень.

Опредѣлимъ устойчивость берегового быка въ предположеніи полной нагрузки фермъ 25-ти саженнаго пролета и отсутствія нагрузки на балочномъ 6-ти саж. мостикѣ, дающей моментъ, сопротивляющійся опрокидывающимъ усиліямъ.

Примемъ для запаса, что размывъ у быка достигаетъ отм. 73,17, т. е. имѣемъ случай наибольшаго размыва, который, въ дѣйствительности, не будетъ имѣть мѣста у быка, но произойдетъ гдѣ нибудь вблизи середины русла.

Полный напоръ части конуса и земли ABC ($AABBCC$) на ширину быка 2,82 саж.

$$Q_0 = \frac{2{,}82\gamma}{2}\, tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)(H_1^2 - h_1^2) = 2{,}82\times166{,}67\times(7{,}09^2 - 4{,}09^2) =$$

$$=470{,}01(50{,}27-16{,}73) = 470{,}01\times33{,}54 = 15764 \text{ пуд.}$$

Плечо его $q_0 = H_1 - \frac{2}{3}\times\frac{(H_1^3-h_1^3)}{H_1^2-h_1^2} = 7{,}09 - \frac{2}{3}\times\frac{7{,}09^3-4{,}09^3}{7{,}09^2-4{,}09^2} = 7{,}09 - \frac{2}{3}\times$

$$\times\frac{356{,}41-68{,}43}{50{,}27-16{,}73} = 7{,}09 - \frac{2}{8}\times\frac{287{,}98}{33{,}54} = 7{,}09 - 5{,}72 = 1{,}37.$$

Моментъ относительно A: $Q_0q_0 = 15764\times1{,}37 = 21597$ пудо-саж.

При этомъ мы принимаемъ $\varphi=30^0$ вмѣсто 35^0, что даетъ большую дѣйствительной величину напора и пренебрегаемъ какъ напоромъ, такъ и вѣсомъ насыпной призмы oxy, а также уменьшеніемъ вѣса подводной части фундамента.

Вертикальныя силы и ихъ моменты относительно ребра A:

	Пуды въ цѣлыхъ	Пудо-саж. въ числахъ.
1) Вѣсъ кладки быка между отмѣтками 80,49 и 74,05: $1300\times\left(\frac{1{,}50\times2{,}50+1{,}72\times2{,}72}{2}\times3{,}94 + 1{,}82\times2{,}82\times2{,}50\right) = 1300\times29{,}44 =$	38272	
Моментъ $38272\times1{,}41 = \infty53963{,}52 =$	—	53964
2) Вѣсъ кладки между отмѣтками 74,05 и 73,17: $1300(2{,}32\times3{,}32\times0{,}70 + 2{,}82\times3{,}82\times0{,}18) = 1300(5{,}39+1{,}94) = 1300\times7{,}33 =$	9529	
Моментъ $=9529\times1{,}41 = 13435{,}89 =$	—	13436
3) Вѣсъ вертикальной стѣнки между отмѣтками 82,12 и 80,49: $1300\times2{,}50\times0{,}70\times1{,}63 = 1300\times2{,}85 =$	3705	
Моментъ $3705\times\left(\frac{2{,}82}{2}+\frac{1{,}50}{2}-\frac{0{,}70}{2}\right) = 3705\times1{,}81 = 6706{,}05 =$	—	6706
4) Вѣсъ половины 25-ти саж. пролета съ временной нагрузкой (см. расч. фермъ 25 саж.) $2\times8100 =$	16200	
Моментъ $16200\times1{,}11 =$	—	17982
5) Вѣсъ половины 6-ти саж. пролета $689 + \frac{50}{2} = 689 + 25 =$	714	
Моментъ $714\times\left(\frac{2{,}82}{2}+\frac{1{,}50}{2}-0{,}45\right) = 714\times1{,}71 = 1220{,}94 = \infty$	—	1221

	Пуды въ цѣлыхъ	Пудо-саж. въ числахъ.
Вѣсъ земли, давящей на обрѣзы фундамента:		
1) на задній обрѣзъ:		
$1000\times0,25\times3,82\left(\frac{1,62+1,87}{2}+\frac{2,57+2,82}{2}\right)=955\,(1,745+$ $+2,695)=955\times4,44=4240,20\ldots\ldots=\infty$	4240	—
Моментъ $955(1,745\times2,445+2,695\times2,695)=955(4,27+7,26)=955\times$ $\times11,53=11011,15\ldots\ldots=\infty$	—	11023
2) на боковые обрѣзы:		
$1000\times2\times0,25\left(\frac{1,62\times1,62}{2}+\frac{2,32\times2,32}{2}\right)=500(1,31+2,69)=$ $=500\times4,00=\ldots\ldots$	2000	—
Моментъ $500\left\{1,31\times\left(\frac{2}{3}\times1,62+0,20+0,50\right)+2,69\times\frac{2}{3}\times2,32\right\}=$ $=500(1,31\times1,78+2,69\times1,55)=500(2,33+4,17)=500\times6,50=\ldots$	—	3250
Итого . . . $V=$	74660	
$Vv=$	—	107582

Плечо $v=\frac{Vv}{V}=\frac{107582}{74660}=1,44$ саж.

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ площадь сѣченія быка на отмѣткѣ 73,17 въ точкѣ, отстоящей отъ ребра A въ разстояніи:

$$b=v-\frac{Q_0q_0}{V}=1,44-\frac{21597}{74660}=1,44-0,29=1,15 \text{ саж., болѣе } \frac{2,82}{3}=0,94 \text{ саж.,}$$

слѣдовательно, равнодѣйствующая проходитъ въ средней трети разсматриваемаго сѣченія быка.

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m_1=\frac{Vv}{Q_0q_0}=\frac{107582}{21597}=4,98;$$

2) на скольженіе въ плоскости сѣченія AA:

$$m_2=\frac{fV}{Q_0}=\frac{0,70\times74660}{15764}=\frac{52262}{15764}=3,32.$$

Опредѣлимъ устойчивость быка въ плоскости его основанія.

Напоръ призмы обрушенія DBE на ширину быка 3,32 саж.:

$$Q_1=3,32\times\frac{\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)(H_2^2-h_2^2)=3,32\times166,67\times(8,32^2-4,80^2)=$$
$$=3,32\times166,67(69,22-23,04)=553,34\times46,18=\infty25553 \text{ пуд.}$$

Плечо $q_1=H_2-\frac{2}{3}\times\frac{H_2^3-h_2^3}{H_2^2-h_2^2}=8,32-\frac{2}{3}\times\frac{8,32^3-4,80^3}{8,32^2-4,80^2}=8,32-\frac{2}{3}\times$
$$\times\frac{575,27-110,59}{46,18}=8,32-\frac{2}{3}\times\frac{464,68}{46,18}=8,32-6,71=1,61 \text{ саж.}$$

Моментъ $Q_1q_1=25553\times1,61=41140$ пудо-саж.

Къ вертик. силамъ добавл. вѣсъ фундам. между отм. 73,17 и 72,65:

$$1300\times2,82\times3,82\times0,52=1300\times5,60=7280;$$
$$7280\times1,41=\infty10265 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ — $W_0=74660+7280=81940$ пуд.

Моментъ равнодѣйствующей $W_0w_0=107582+10265=117847$ пудо-саж.

Плечо ея $W_0=\frac{W_0w_0}{W_0}=\frac{117847}{81940}=1,44$ саж.

Коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около точки M:

$$m_1=\frac{W_0w_0}{Q_0q_0}=\frac{117847}{41140}=2,86;$$

2) на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_2=\frac{fW_0}{Q_0}=\frac{0,57\times81940}{25553}=\frac{46706}{25553}=1,82,$$

при чемъ не принято во вниманіе напора земли со стороны рѣки, противодѣйствующаго скольженію, сопротивленія шпунтовъ и того обстоятельства, что скольженію быка въ плоскости основанія будетъ противодѣйствовать сопротивленіе свайнаго основанія срѣзыванію.

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія фундамента въ точкѣ, отстоящей отъ ребра M въ разстояніи:

$$\beta=W-\frac{Q_1q_1}{W}=1,44-\frac{41140}{81940}=1,44-0,50=0,94 \text{ саж.=трети основанія.}$$

Среднее давленіе на грунтъ $\sigma_0=\frac{W}{\omega}=\frac{81940}{3,82\times2,82\times7056}=\frac{81940}{75994}=\infty1,08\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$

Наибольшее давленіе у ребра $M=2,16\frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$

Наименьшее давленіе $=O$.

Количество свай, допуская на сваю давленіе не болѣе 1200 пуд.:

$$N=\frac{81940}{1200}=68,28=\infty69.$$

Наибольшую вертикальную силу получимъ, принимая во вниманіе и временную нагрузку 6-ти саж. моста $916\times8=7328$ пуд.:

$$W_{max}=81940+7328=89268 \text{ пуд.}$$

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma=\frac{89268}{75993}=1,174=1,17\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Число свай подъ фундаментомъ:

$$N_{max}=\frac{89268}{1200}=74,39=\infty75 \text{ свай.}$$

Въ виду незначительнаго какъ средняго $\left(1,17\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}\right)$, такъ и наибольшаго $\left(2,16\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}\right)$ давленія на грунтъ, каковое давленіе допустимо на песчаный грунтъ, возможно быки заложить въ шпунтовомъ огражденіи непосредственно на грунтѣ безъ свай, тѣмъ не менѣе предположено вопросъ о системѣ основанія оставить нерѣшеннымъ до вырытья котлованов, когда безошибочно возможно будетъ опредѣлить, необходимы ли сваи, или нѣтъ. Въ случаѣ устройства свайнаго основанія, сваи расположить какъ указано въ проектѣ.

Главный Инженеръ *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *И. Войцеховскій.*

Копія съ копіи.

Отношеніе Департамента желѣзныхъ дорогъ отъ 29 Апрѣля 1898 г. № 7539, въ Правленіе Общества Рязанско-Уральской желѣзной дороги.

Департаментъ жел. дорогъ имѣетъ честь увѣдомить, что по докладу отъ 13-го сего Апрѣля № 671, постановлено утвердить представленный Инспекторомъ при рапортѣ отъ 7-го Марта № 5295, проектъ опоръ и расчетъ отверстія моста чрезъ р. Плаву на 133 вер. Данковъ-Смоленской линіи съ тѣмъ, чтобы:

1) при рѣшеніи вопроса объ укрѣпленіи конусовъ имѣть въ виду, что при прорывѣ плотины можетъ получиться расходъ большій противъ полученнаго по расчету; ибо, быть можетъ, прорывъ плотины произойдетъ по всей ширинѣ русла рѣки;

2) опоры 25-ти саженныхъ фермъ расположены не по оси быковъ, а потому надлежитъ это имѣть въ виду при опредѣленіи давленія фундамента быка на грунтъ;

3) опредѣленіе рода основанія опоръ и глубины заложенія подошвы ихъ фундаментовъ, а равно и способовъ укрѣпленія конусовъ и опоръ моста отъ подмыва предоставить соглашенію Инспектора съ Главнымъ Инженеромъ; причемъ обратить вниманіе Инспектора и Главнаго Инженера на необходимость устраненія возможности проникания воды въ промежутки между береговыми и рѣчными опорами;

4) на Инспекцію возлагается также опредѣленіе направленія и размѣровъ струенаправляющихъ дамбъ у опоръ моста.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Мацѣевскій.

Съ копіей вѣрно: Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Сверялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ проекту, утвержденному по журналу Инженернаго Совѣта отъ 4 и 11 Февраля 1898 г. за № 33.

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ОКУ

(отв. 90 саж.)

У ГОРОДА БѢЛЕВА,

на 212 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

РАСЧЕТЪ

отверстія моста чрезъ р. ОКУ у г. Бѣлева

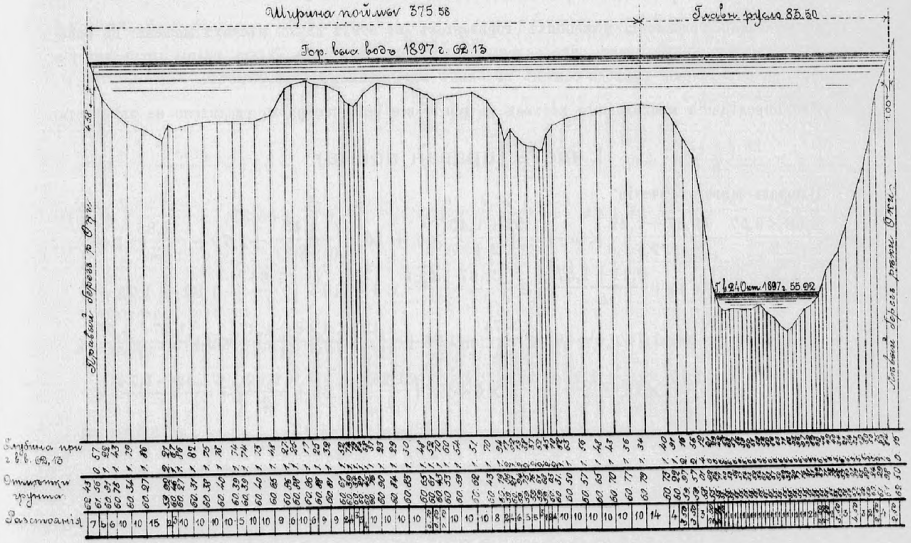
на 212 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

Для опредѣленія наибольшаго расхода р. Оки у гор. Бѣлева мѣсто перехода Данковъ-Смоленской линіи представляетъ большія неудобства ввиду значительной ширины долины рѣки, достигающей до 1269 саж. между урѣзами самыхъ высокихъ водъ, случившихся какъ разъ въ нынѣшнемъ 1897 году, поэтому для этой цѣли было намѣчено мѣсто болѣе узкое—шириною 459 саж., находящееся около деревни Береговой, въ 2650 саж. отъ перехода ниже по теченію рѣки.

Наибольшій расходъ рѣки Оки подъ проектируемымъ желѣзнодорожнымъ мостомъ у города Бѣлева опредѣляемъ по слѣдующимъ даннымъ:

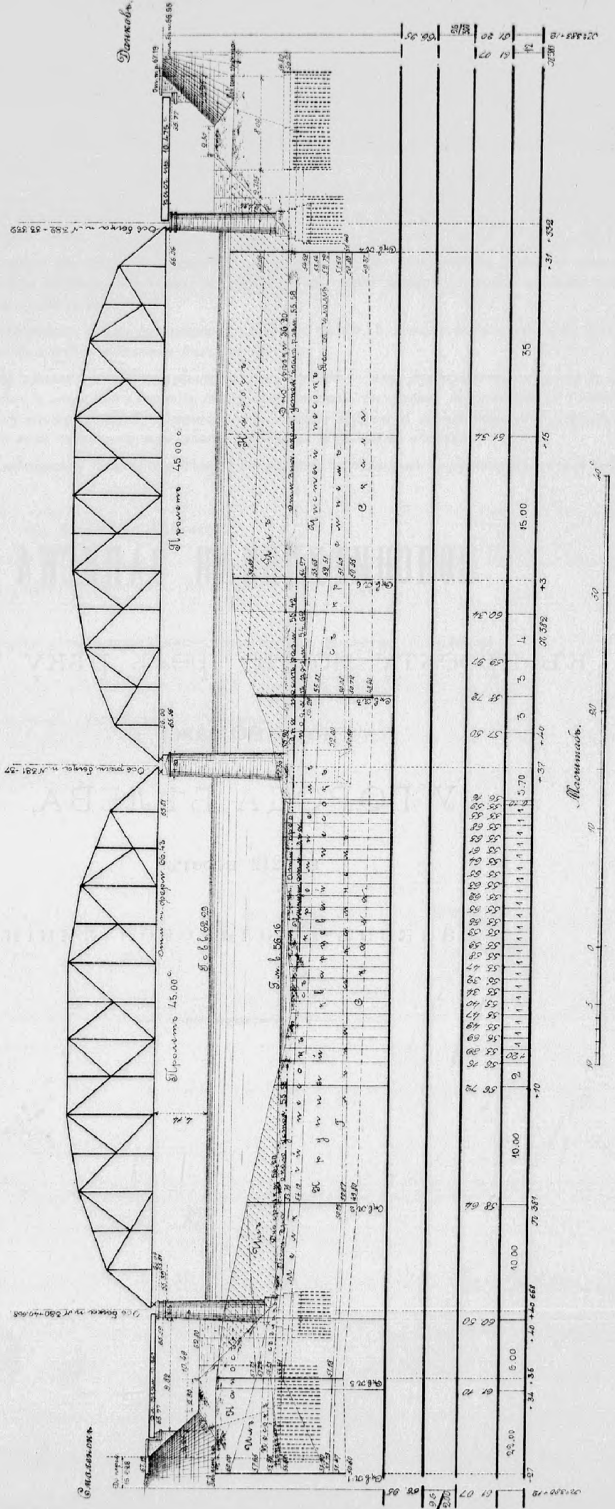
1) Живое сѣченіе р. Оки близь деревни Береговой въ 2650 саж. ниже (по теченію) перехода линіею Данковъ-Смоленской желѣзной дороги.



2) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ назначенъ на отмѣткѣ 62,13. Отмѣтка эта согласуется съ показаніями мѣстныхъ крестьянъ и съ записями водомѣрнаго поста Министерства Путей Сообщенія, наблюденія котораго ведутся ежедневно съ 1882 года по настоящее время.

Водомѣрный постъ расположенъ отъ будущаго моста выше по теченію въ 1374 саж.

Нуль водомѣрной рейки въ условныхъ отмѣткахъ Данковъ-Смоленской линіи соотвѣтствуетъ отмѣткѣ 56,43 саж.



Общій видъ моста чрезъ р. Оку у г. Бѣлева, на 212 верстѣ Данковъ-Смоленской линіи.

Весною нынѣшняго года на водомѣрномъ посту замѣчена наибольшая отмѣтка поднятія самыхъ высокихъ водъ 5,94 саж. выше нуля рейки, т. е. въ условныхъ отмѣткахъ Данковъ-Смоленской линіи 56,43+5,94=62,37.

Отмѣтка самыхъ высокихъ водъ подъ будущимъ желѣзнодорожнымъ мостомъ получится равною 62,37—1374×0,00006=62,29.

Отмѣтка самыхъ высокихъ водъ у деревни Береговой будетъ равна 62,29—2650×0,00006= =62,13.

По показаніямъ жителей деревни Береговой, горизонтъ самыхъ высокихъ водъ въ нынѣшнемъ году былъ на отмѣткѣ 62,18, т. е. на 0,05 саж. выше вычисленнаго по записямъ водомѣрнаго поста.

Показаніямъ водомѣрнаго поста отдаемъ предпочтеніе передъ указаніями случайныхъ наблюдателей и поэтому при дальнѣйшихъ вычисленіяхъ принимаемъ вышеуказанную отмѣтку 62,13.

3) Уклонъ весеннихъ водъ не наблюдался, но величину его мы можемъ назначить съ большею точностью на основаніи слѣдующихъ соображеній. Разность горизонтовъ воды по оси моста и близь деревни Береговой найдена 24 Октября с./г. 0,152 саж., что при разстояніи въ 2650 саж. дастъ уклонъ меженнихъ водъ:

$$i=\frac{0,152}{2650}=0,00005735\backsim 0,00006.$$

18 Октября с./г. была произведена нивеллировка паденія меженнихъ водъ р. Оки у г. Каширы на версту вверхъ и на версту внизъ отъ проектируемаго моста Павелецъ-Московской линіи и оказалось, что уклонъ равенъ уклону, опредѣленному почти одновременно у гор. Бѣлева. Уклонъ самыхъ высокихъ водъ р. Оки, опредѣленный непосредственно нивеллировкою весною нынѣшняго года близь гор. Каширы, равенъ 0,000065.

На основаніи совпаденія меженнихъ горизонтовъ въ этихъ двухъ мѣстахъ можемъ съ большою вѣроятностью предположить, что уклоны самыхъ высокихъ водъ будутъ равны другъ другу и поэтому при опредѣленіи расхода самыхъ высокихъ водъ примемъ $i=0,000065$.

Для опредѣленія наибольшаго расхода въ рѣкѣ все весеннее русло раздѣлено на двѣ части.

I часть (правая пойма).

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_1=\frac{4,58\times0,57}{2}+\frac{0,57+1,22}{2}\times5+\frac{1,22+1,43}{2}\times6+10\times\left(\frac{1,43}{2}+1,79+\frac{1,86}{2}\right)+$$
$$\times\frac{1,86+2,21}{2}\times15+\frac{2,21+1,67}{2}\times2+\frac{1,67+1,86}{2}\times3+10\times\left(\frac{1,86}{2}+1,82+1,75+\right.$$
$$\left.+1,73+\frac{1,74}{2}\right)+1,74\times5+10\times\left(\frac{1,74}{2}+1,73+\frac{1,48}{2}\right)+\frac{1,48+1,27}{2}\times9+\frac{1,27+1,25}{2}\times$$
$$\times6+\frac{1,25+1,17}{2}\times10+\frac{1,17+1,25}{2}\times6+9\times\left(\frac{1,25}{2}+1,32+\frac{1,52}{2}\right)+\frac{1,52+1,74}{2}\times$$
$$\times2+\frac{1,74+1,79}{2}\times4+3\times\left(\frac{1,79}{2}+1,84+\frac{1,68}{2}\right)+\frac{1,68+1,37}{2}\times4+10\times\left(\frac{1,37}{2}+\right.$$
$$\left.+1,23+1,29+1,30+\frac{1,48}{2}\right)+6\times\frac{1,48+1,52}{2}+6,5\times\frac{1,52+1,70}{2}+7,5\times\frac{1,70+1,60}{2}+$$
$$+10\times\left(\frac{1,60}{2}+1,54+1,51+\frac{1,70}{2}\right)+8\times\frac{1,70+1,94}{2}+2\times\frac{1,94+2,17}{2}+4\times$$
$$\times\frac{2,17+1,92}{2}+6\times\frac{1,92+2,19}{2}+5\times\left(\frac{2,19}{2}+2,38+\frac{2,37}{2}\right)+3\times\frac{2,37+2,52}{2}+$$
$$+\frac{2,52+2,45}{2}\times1+\frac{2,45+2,10}{2}\times2+\frac{2,10+1,82}{2}\times4+10\times\left(\frac{1,82}{2}+1,63+1,56+\right.$$
$$\left.+1,48+1,43+1,36+\frac{1,34}{2}\right)=598,045 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=\sqrt{4,58^2+0,57^2}+\sqrt{25+0,65^2}+\sqrt{36+0,21^2}+\sqrt{100+0,36^2}+\sqrt{100+0,07^2}+$$
$$+\sqrt{15^2+0,35^2}+\sqrt{4+0,54^2}+\sqrt{9+0,19^2}+\sqrt{100+0,04^2}+\sqrt{100+0,07^2}+$$
$$+\sqrt{100+0,02^2}+\sqrt{100+0,01^2}+5+\sqrt{100+0,01^2}+\sqrt{100+0,25^2}+\sqrt{81+0,21^2}+$$
$$+\sqrt{36+0,02^2}+\sqrt{100+0,08^2}+\sqrt{36+0,08^2}+\sqrt{81+0,07^2}+\sqrt{81+0,20^2}+$$
$$+\sqrt{4+0,22^2}+\sqrt{16+0,05^2}+\sqrt{9+0,05^2}+\sqrt{9+0,16^2}+\sqrt{16+0,31^2}+\sqrt{100+0,14^2}+$$
$$+\sqrt{100+0,06^2}+\sqrt{100+0,01^2}+\sqrt{100+0,18^2}+\sqrt{36+0,04^2}+\sqrt{6,5^2+0,18^2}+$$
$$+\sqrt{7,5^2+0,10^2}+\sqrt{100+0,06^2}+\sqrt{100+0,03^2}+\sqrt{100+0,19^2}+\sqrt{64+0,24^2}+$$
$$+\sqrt{4+0,23^2}+\sqrt{16+0,25^2}+\sqrt{36+0,27^2}+\sqrt{25+0,19^2}+\sqrt{25+0,01^2}+$$
$$+\sqrt{9+0,15^2}+\sqrt{1+0,07^2}+\sqrt{4+0,35^2}+\sqrt{16+0,28^2}+\sqrt{100+0,19^2}+$$
$$+\sqrt{100+0,07^2}+\sqrt{100+0,08^2}+\sqrt{100+0,05^2}+\sqrt{100+0,07^2}+\sqrt{100+0,02^2}+$$
$$+1,34=377,159 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_1=\frac{\omega_1}{p_1}=\frac{598,045}{377,159}=1,586 \text{ саж.}=3,384 \text{ метр.}$$

II часть (главное русло).

Площадь живого сѣченія:

$$\omega=\frac{1,34+1,40}{2}\times14+\frac{1,40+1,91}{2}\times4+3,50\times\left(\frac{1,91}{2}+2,16+\frac{2,56}{2}\right)+\frac{2,56+4,12}{2}\times3+$$
$$+\frac{4,12+6,21}{2}\times2,90+\frac{6,21+6,29}{2}\times0,10+0,50\times\left(\frac{6,29}{2}+6,42+\frac{6,53}{2}\right)+\left(\frac{6,53}{2}+6,63+\right.$$
$$+6,57+6,56+6,59+6,60+6,61+6,59+6,52+6,50+6,56+6,63+6,71+6,83+6,93+$$
$$\left.+6,96+6,97+6,92+6,82+6,69+\frac{6,46}{2}\right)\times1+\frac{6,46+6,42}{2}\times2+\frac{6,42+6,40}{2}\times1+$$
$$+\frac{6,40+6,34}{2}\times0,50+\frac{6,34+6,21}{2}\times0,70+\frac{6,21+5,54}{2}\times1,80+\frac{5,54+5,33}{2}\times2+$$
$$+\frac{5,33+5,12}{2}\times3,50+\frac{5,12+4,30}{2}\times3+\frac{4,30+3,50}{2}\times4,50+\frac{3,50+2,75}{2}\times3+$$
$$+\frac{2,75+1,89}{2}\times2+\frac{1,89+0,84}{2}\times2,50+\frac{0,84+0,15}{2}\times4+\frac{0,15\times1}{2}=315,0,80 \text{ кв. саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$p=1,34+\sqrt{196+0,06^2}+\sqrt{16+0,51^2}+\sqrt{3,5^2+0,25^2}+\sqrt{3,5^2+0,40^2}+\sqrt{9+1,56^2}+$$
$$+\sqrt{2,90^2+2,19^2}+\sqrt{0,01+0,08^2}+\sqrt{0,50^2+0,13^2}+\sqrt{0,50^2+0,11^2}+\sqrt{1+0,10^2}+$$
$$+\sqrt{1+0,06^2}+\sqrt{1+0,01^2}+\sqrt{1+0,03^2}+\sqrt{1+0,01^2}+\sqrt{1+0,01^2}+$$
$$+\sqrt{1+0,02^2}+\sqrt{1+0,07^2}+\sqrt{1+0,02^2}+\sqrt{1+0,06^2}+\sqrt{1+0,07^2}+$$
$$+\sqrt{1+0,08^2}+\sqrt{1+0,12^2}+\sqrt{1+0,10^2}+\sqrt{1+0,03^2}+\sqrt{1+0,01^2}+$$
$$+\sqrt{1+0,05^2}+\sqrt{1+0,10^2}+\sqrt{1+0,13^2}+\sqrt{1+0,23^2}+\sqrt{4+0,04^2}+$$
$$+\sqrt{1+0,02^2}+\sqrt{0,25+0,06^2}+\sqrt{0,49+0,13^2}+\sqrt{0,67^2+1,80^2}+\sqrt{4+0,21^2}+$$
$$+\sqrt{3,50^2+0,21^2}+\sqrt{9+0,82^2}+\sqrt{4,50^2+0,80^2}+\sqrt{9+0,75^2}+\sqrt{4+0,86^2}+$$
$$+\sqrt{2,50^2+1,05^2}+\sqrt{16+0,69^2}+\sqrt{1+0,15^2}=87,020 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{\omega}{p}=\frac{315,080}{87,020}=3,621 \text{ саж.}=7,726 \text{ метр.}$$

Средняя скорость и расходъ опредѣлены для каждой части отдѣльно по формулѣ Гангилье и Куттера.

Средняя скорость $v=c\sqrt{Ri}$; гдѣ $c=\dfrac{23+\dfrac{1}{n}+\dfrac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\dfrac{0{,}00155}{i}\right)\dfrac{n}{\sqrt{R}}}$.

При этомъ для главнаго русла взято $n=0{,}025$, а для поймы 0,030.

На основаніи этой формулы получено для каждой части соотвѣтственно:

№№	R въ метр.	C для метр.	$\sqrt{Ri}$	v въ метр.	v въ саж.	Q расходъ въ кб. саж.
I	3,384	45,45	0,0148	0,673	0,315	188,38
II	7,726	61,12	0,0224	1,369	0,642	202,28
					Итого	390,66 кб. саж.

Для сравненія вычислимъ расходъ по живому сѣченію, снятому по оси моста.

Для опредѣленія расхода воды въ рѣкѣ все весеннее русло раздѣлено на три части:

I часть (лѣвая пойма).

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_1=\frac{1{,}05\times7{,}72}{2}+\frac{1{,}05+1{,}84}{2}\times20+\left(\frac{1{,}84}{2}+1{,}26+\frac{1{,}24}{2}\right)\times10+\frac{1{,}24+1{,}19}{2}\times34=$$
$$=102{,}313 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=\sqrt{7{,}72^2+1{,}05^2}+\sqrt{400+0{,}79^2}+\sqrt{100+0{,}58^2}+\sqrt{100+0{,}02^2}+\sqrt{34^2+0{,}05^2}+$$
$$+1{,}19=83{,}013 \text{ пог. саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_1=\frac{\omega_1}{p_1}=\frac{102{,}313}{83{,}013}=1{,}232 \text{ саж.}=2{,}628 \text{ метр.}$$

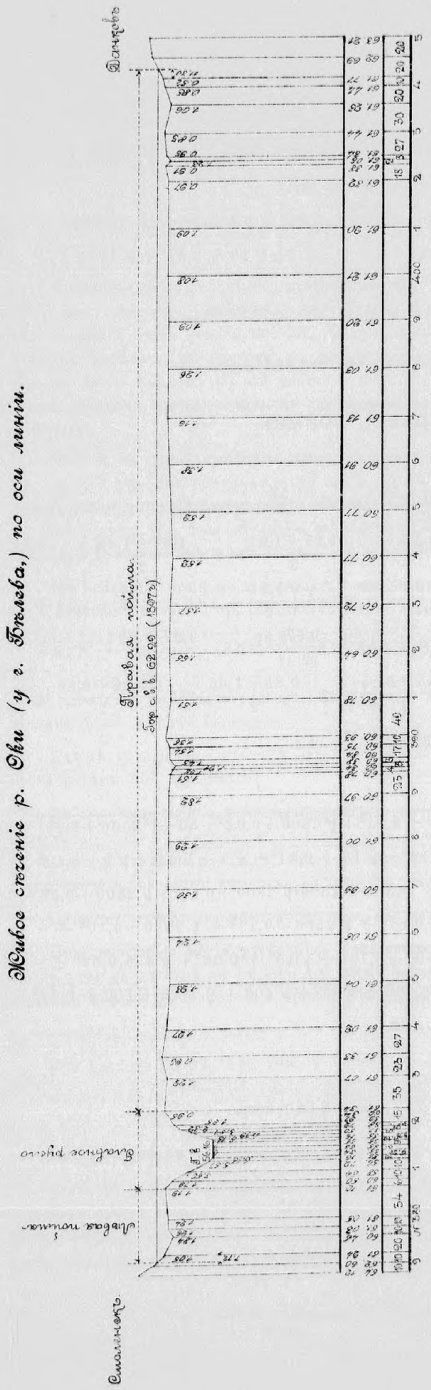
II часть (главное русло).

Площадь живого сѣченія меженняго русла при горизонтѣ 56,16:

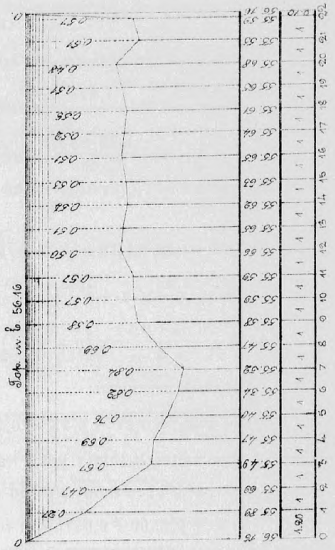
$$\Omega=\frac{1{,}20\times0{,}27}{2}+\left(\frac{0{,}27}{2}+0{,}47+0{,}67+0{,}69+0{,}76+0{,}82+0{,}84+0{,}69+0{,}58+0{,}57+0{,}57+\right.$$
$$\left.+0{,}50+0{,}51+0{,}54+0{,}53+0{,}51+0{,}52+0{,}55+0{,}51+0{,}48+0{,}61+\frac{0{,}57}{2}\right)+\frac{0{,}57\times0{,}10}{2}=$$
$$=12{,}530 \text{ кв. саж.}$$

Площадь живого сѣченія при горизонтѣ самыхъ высокихъ водъ:

$$\omega_2=\frac{1{,}19+1{,}79}{2}\times6+\frac{1{,}79+3{,}65}{2}\times10+\frac{3{,}65+5{,}57}{2}\times10+\frac{5{,}57+6{,}13}{2}\times2+6{,}13\times22{,}30+$$
$$+\frac{6{,}13+4{,}79}{2}\times5{,}70+\frac{4{,}79+3{,}57}{2}\times3+\frac{3{,}57+2{,}32}{2}\times3+\frac{2{,}32+1{,}95}{2}\times4+$$
$$+\frac{1{,}95+0{,}95}{2}\times15+12{,}530=325{,}971 \text{ кв. саж.}$$



Живое сѣченіе р. Оки (у г. Бѣлева,) по оси линіи.



Живое сѣченіе меженняго русла.

Подводный периметръ меженняго русла при горизонтѣ 56,16:

$$P=\sqrt{1,20^2+0,27^2}+\sqrt{1+0,20^2}+\sqrt{1+0,20^2}+\sqrt{1+0,02^2}+\sqrt{1+0,07^2}+\sqrt{0,06+1}+$$
$$+\sqrt{0,02^2+1}+\sqrt{0,15^2+1}+\sqrt{0,11^2+1}+\sqrt{1+0,01^2}+1+\sqrt{0,07^2+1}+$$
$$+\sqrt{1+0,01^2}+\sqrt{1+0,03^2}+\sqrt{1+0,01^2}+\sqrt{0,02^2+1}+\sqrt{0,01^2+1}+\sqrt{0,03^2+1}+$$
$$+\sqrt{1+0,04^2}+\sqrt{1+0,03^2}+\sqrt{0,13^2+1}+\sqrt{0,04^2+1}+\sqrt{0,57^2+0,10^2}=22,885 \text{ саж.}$$

Подводный периметръ при горизонтѣ самыхъ высокихъ водъ:

$$p_2=1,19+\sqrt{6^2+0,60^2}+\sqrt{100+1,86^2}+\sqrt{100+1,92^2}+\sqrt{4+0,56^2}+22,885+$$
$$+\sqrt{5,70^2+1,34^2}+\sqrt{9+1,22^2}+\sqrt{9+1,25^2}+\sqrt{16+0,37^2}+\sqrt{15^2+1}+$$
$$+0,95=84,879 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_2=\frac{\omega_2}{p_2}=\frac{325,971}{84,879}=3,840 \text{ саж.}=8,193 \text{ метр.}$$

III часть (правая пойма).

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_3=\frac{0,95+1,22}{2}\times 35+\frac{1,22+0,96}{2}\times 23+\frac{0,96+1,27}{2}\times 27+\left(\frac{1,27}{2}+1,25+1,24+1,30+1,29+\right.$$
$$\left.+\frac{1,32}{2}\right)\times 50+\frac{1,32+1,51}{2}\times 23+\frac{1,51+1,95}{2}\times 4+\frac{1,95+1,91}{2}\times 3+\frac{1,91+1,45}{2}\times 3+$$
$$+\frac{1,45+1,54}{2}\times 17+\frac{1,54+1,36}{2}\times 10+\frac{1,36+1,51}{2}\times 40+\left(\frac{1,51}{2}+1,65+1,57+1,52+\right.$$
$$\left.+1,52+1,38+1,16+1,26+1,09+1,08+1,09+\frac{0,97}{2}\right)\times 50+\frac{0,97+0,91}{2}\times 18+$$
$$+\frac{0,91+1,23}{2}\times 2+\frac{1,23+0,95}{2}\times 3+\frac{0,95+0,85}{2}\times 27+\frac{0,85+1,06}{2}\times 30+\frac{1,06+0,85}{2}\times$$
$$\times 20+\frac{0,85+0,52}{2}\times 10+\frac{0,52\times 11,30}{2}=1391,678 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_3=0,95+\sqrt{35^2+0,27^2}+\sqrt{23^2+0,26^2}+\sqrt{27^2+0,31^2}+\sqrt{2500+0,02^2}+50+\sqrt{2500+0,06^2}+$$
$$+50+\sqrt{2500+0,03^2}+\sqrt{23^2+0,19^2}+\sqrt{16+0,44^2}+\sqrt{9+0,04^2}+\sqrt{9+0,46^2}+$$
$$+\sqrt{17^2+0,09^2}+\sqrt{100+0,18^2}+\sqrt{1600+0,15^2}+\sqrt{2500+0,14^2}+\sqrt{2500+0,08^2}+$$
$$+\sqrt{2500+0,05^2}+50+\sqrt{2500+0,14^2}+\sqrt{2500+0,22^2}+\sqrt{2500+0,10^2}+$$
$$+\sqrt{2500+0,17^2}+50+50+\sqrt{2500+0,12^2}+\sqrt{18^2+0,06^2}+\sqrt{4+0,32^2}+$$
$$+\sqrt{9+0,28^2}+\sqrt{27^2+0,10^2}+\sqrt{900+0,21^2}+\sqrt{400+0,21^2}+\sqrt{100+0,33^2}+$$
$$+\sqrt{11,30^2+0,52^2}=1107,375 \text{ пог. саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_3=\frac{1391,678}{1107,375}=1,256 \text{ саж.}=2,680 \text{ метр.}$$

Средняя скорость и расходъ опредѣлены для каждой части отдѣльно по формулѣ Гангилье и Куттера.

Средняя скорость $v=c\sqrt{Ri}$, гдѣ $c=\dfrac{23+\dfrac{1}{n}+\dfrac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\dfrac{0,00155}{i}\right)\dfrac{n}{\sqrt{R}}}$.

При этомъ для главнаго русла взято $n=0,025$, а для поймъ 0,030.

На основаніи этой формулы получено для каждой части соотвѣтственно:

№№	R въ метр.	C для метр.	$\sqrt{Ri}$ въ метр.	v въ метр.	v въ саж.	Q расходъ въ кб. саж.
I	2,628	42,94	0,01307	0,561	0,263	26,91
II	8,193	61,63	0,02307	1,422	0,666	217,10
III	2,680	43,14	0,0132	0,569	0,267	371,58

Сравнивая оба результата, полученные для частныхъ расходовъ воды по оси моста и на 2650 саж. ниже его, замѣчаемъ, что расходы по главному руслу въ обоихъ живыхъ сѣченіяхъ мало разнятся другъ отъ друга—202,28 куб. саж. и 217,10 куб. саж., что же касается расходовъ на поймахъ, то расходъ по поймѣ близь деревни Береговой въ два раза меньше расхода по двумъ поймамъ по оси моста. Явленіе это объясняется неправильностью теченія по широкимъ поймамъ, уменьшающею въ два раза скорость, которая получается по формулѣ Гангилье и Куттера.

Въ той же самой пропорціи пришлось уменьшить расходъ по поймѣ р. Жиздры по оси моста на 250 вер. Данковъ-Смоленской линіи, чтобы получить дѣйствительный расходъ ея, опредѣленный по живымъ сѣченіямъ болѣе правильной формы, находящимся въ 250 саж. ниже проектируемаго моста (см. пояснительную записку къ опредѣленію отверстія моста чрезъ р. Жиздру на 250 вер. Данковъ-Смоленской линіи).

На основаніи этого можно сказать, что величина расхода, вычисленная по живому сѣченію подъ будущимъ мостомъ, приблизительно будетъ равна:

$$Q=217,10+\frac{26,91+371,58}{2}=217,10+199,24=416,34 \text{ куб. саж.,}$$

т. е. только на 4% болѣе расхода, полученнаго непосредственно по болѣе правильному живому сѣченію близь деревни Береговой.

Для дальнѣйшихъ подсчетовъ будемъ принимать наибольшій расходъ воды по оси будущаго моста равный 391 куб. саж.

Въ дѣйствительности наибольшій расходъ по оси моста будетъ меньше 391 куб. саж., такъ какъ расходъ въ 391 куб. саж. полученъ нами для мѣста, расположеннаго въ 2650 саж. ниже оси моста, между тѣмъ ниже моста, недоходя деревни Береговой, въ р. Оку впадаютъ четыре большихъ притока, бассейнъ которыхъ въ общей сложности составляетъ 165 кв. верстъ.

Отверстіе моста назначено въ 90 саж. въ два пролета.

При сооруженіи моста русло рѣки предположено разработать выемкою грунта въ предѣлахъ между устоями до отмѣтки 56,20; при этомъ площадь живого сѣченія высокихъ водъ подъ мостомъ въ первое время по его сооруженіи составитъ:

$$\omega_0=\Omega+(56,20-56,16)\times 22,30+90\times(62,29-56,20)=12,53+0,89+548,10=561,52 \text{ кв. саж.}$$

При расходѣ въ 391 куб. саж. это сѣченіе дастъ среднюю скорость:

$$v_0=\frac{391}{0,95\times 561,52}=0,733 \text{ саж.}$$

Средняя скорость въ главномъ нестѣсненномъ руслѣ=0,666 саж. (см. таблицу на стр. 7).

Такое увеличеніе средней скорости должно повлечь размывъ русла, который по всей вѣроятности будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока скорость, уменьшающаяся съ увеличеніемъ живого сѣченія, не достигнетъ той величины, которую она имѣла въ естественномъ руслѣ до размыва. Средняя глубина подъ мостомъ самыхъ высокихъ водъ до размыва равна:

$$h=\frac{\omega_0}{90}=\frac{561,52}{90}=6,24 \text{ саж.}$$

Средняя глубина самыхъ высокихъ водъ, отмѣтка которыхъ 62,29, послѣ размыва будетъ равна:

$$H=\frac{391}{0,95\times 90\times 0,666}=6,87,$$

т. е. отмѣтка средняго дна послѣ размыва будетъ равна 62,29—6,87=55,42.

Наибольшая глубина при горизонтѣ самыхъ высокихъ водъ 62,29 подъ мостомъ до размыва равна:

$$maxh=0,84+6,13=6,97.$$

Наибольшая глубина тѣхъ-же водъ послѣ размыва будетъ равна:

$$maxH=\frac{maxh\times H}{h}=\frac{6,97\times 6,87}{6,24}=7,67,$$

т. е. наинизшая отмѣтка русла рѣки подъ мостомъ послѣ размыва будетъ равна:

$$62,29-7,67=54,62.$$

Наименьшая глубина самыхъ высокихъ водъ около устоевъ равна:

$$minh=62,29-56,20=6,09.$$

Наименьшая глубина тѣхъ же водъ въ тѣхъ же мѣстахъ послѣ размыва будетъ равна:

$$minH=\frac{minh\times H}{h}=\frac{6,09\times 6,87}{6,24}=6,71 \text{ саж.},$$

т. е. отмѣтка дна рѣки около устоевъ послѣ размыва будетъ равна:

$$62,29-6,71=55,58.$$

Ожидаемый въ началѣ по сооруженіи моста подпоръ до размыва дна рѣки:

$$k=\frac{v^2-v_1^2}{2g};$$

v_1—средняя скорость передъ мостомъ равная:

$$\frac{391}{\omega_1+\omega_2+\omega_3}=\frac{391}{102,313+325,971+1391,678}=\frac{391}{1819,962}=0,215 \text{ саж.}$$

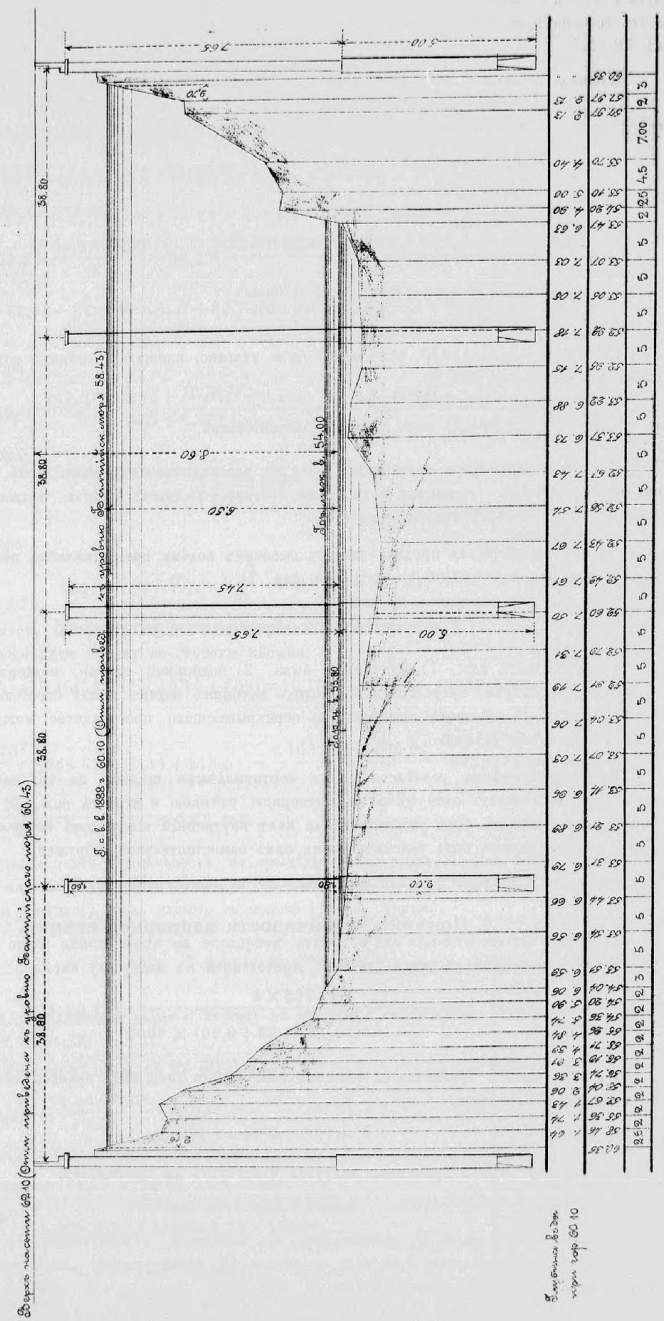
v—средняя скорость въ стѣсненномъ руслѣ равная 0,733 саж.

g—ускореніе силы тяжести:

$$k=\frac{0,733^2-0,215^2}{9,2}=0,053 \text{ саж.}$$

Для окончательной повѣрки достаточности назначеннаго отверстія моста сравнимъ его съ двумя сосѣдними желѣзнодорожными мостами, выше по теченію у гор. Орла, Риго-Орловской жел. дороги, отв. въ свѣту 54 саж. въ два пролета и въ 170 верстахъ ниже по теченію у гор. Алексина, Сызрано-Вяземской жел. дороги, отв. въ свѣту 148,80 саж. въ четыре пролета. Данныя, относящіяся къ вышеуказаннымъ мостамъ, помѣщены въ слѣдующей таблицѣ.

Названіе жел. дорогъ.	Городъ, близ котораго расположенъ желѣзнодорожный мостъ чрезъ р. Оку.	Площадь бассейна, соотвѣтственная каждому мосту и вычисленная по 10-ти вер. картѣ въ квадр. верстахъ.	Площадь весеннихъ водъ подъ мостомъ, вычисленная согласно циркуляра отъ 11/XI 77 года за № 11230.	Отверстіе моста въ свѣту въ саж.
1) Риго-Орловская . .	Орелъ.	3593	125,76	54
2) Данковъ-Смоленская	Бѣлевъ.	15228	304,56	90
3) Сызрано-Вяземская .	Алексинъ.	47582	475,82	148,80



Общее расположеніе моста чрезъ р. Оку около ст. Алексинъ, на 218 верстѣ главной линіи Сызрано-Вяземской ж. д.

По свѣдѣніямъ, сообщеннымъ въ Строительную Контору Начальникомъ 2 участка Службы пути и зданій Сызрано-Вяземской линіи отъ 19-го Октября с./г. за № 3808, наивысшій горизонтъ весеннихъ водъ былъ наблюденъ подъ мостомъ у гор. Алексина въ 1888 году при отмѣткѣ 58,43.

Площадь весеннихъ водъ 1888 года подъ Алексинскимъ мостомъ равна:

$$\omega_a=\frac{2,16\times1,64}{2}+\left(\frac{1,64}{2}+1,74+1,43+2,06+3,36+3,91+4,39+4,84+5,74+5,90+\frac{6,06}{2}\right)\times$$
$$\times2+\frac{6,06+6,59}{2}\times3+\left(\frac{6,59}{2}+6,59+6,66+6,79+6,89+6,96+7,03+7,06+7,19+\right.$$
$$+7,31+7,50+7,61+7,67+7,54+7,43+6,73+6,88+7,15+7,18+7,05+7,03+$$
$$\left.+\frac{6,63}{2}\right)\times5+\frac{6,63+4,90}{2}\times2+\frac{4,90+5,00}{2}\times2,50+\frac{5,00+4,40}{2}\times4,50+\frac{4,40+2,13}{2}\times$$
$$\times7+2\times2,13+\frac{2,70\times2,13}{2}-\overset{\text{ширина быковъ.}}{1,70}(6,70+7,50+7,18)=918,38-36,35=878,03 \text{ кв. саж.}$$

По циркуляру № 11230, какъ выше было указано, площадь весеннихъ водъ подъ Алексинскимъ мостомъ равна 304,56,

т. е. въ $\frac{878,03}{304,56}=1,84$ раза меньше дѣйствительной.

Примѣняя тоже самое соотношеніе 1,84 къ разсматриваемому нами мосту, получимъ, что необходимая площадь весеннихъ водъ подъ мостомъ у города Бѣлева должна быть не менѣе $304,56\times1,84=560,39$ квадратныхъ саж.

На самомъ дѣлѣ для прохода самымъ высокимъ водамъ предоставляемъ подъ мостомъ у гор. Бѣлева площадь $\omega_0=561,52$ кв. саж. (см. стр. 7).

Повѣрка устойчивости устоевъ.

Устои состоятъ изъ: 1) берегового быка, 2) подпорной стѣнки, поддерживающей насыпь, 3) поперечной стѣнки, заграждающей проходъ высокимъ водамъ между береговымъ быкомъ и откосомъ насыпи и 4) десятисаженнаго моста, перекрывающаго пространство между береговымъ быкомъ и подпорною стѣнкою.

Поперечная стѣнка раздѣлена двумя вертикальными щелями на три части, изъ которыхъ одна часть составляетъ одно цѣлое съ подпорною стѣнкою и играетъ роль ея наружнаго контрфорса, другая можетъ быть разсматриваема какъ внутренній контрфорсъ берегового быка и третья часть средняя должна быть разсматриваема какъ самостоятельное сооруженіе.

Разсмотримъ условія устойчивости этихъ трехъ сооруженій отдѣльно.

I. Повѣрка устойчивости подпорной стѣнки.

Высота временной нагрузки (поѣзда), приведенной къ матеріалу насыпи:

$$h=\frac{763\times4}{\left(\frac{13}{7}+0,20\right)\times(1,25+0,20)\times1000}=1,02 \text{ саж.}$$

Къ этой высотѣ прибавляется толщина балластнаго слоя надъ бровкою полотна 0,24 саж. и подъ рельсомъ 0,20 саж.:

$$h_0=1,02+0,24=1,26 \text{ саж.}$$

По ширинѣ стѣнки временная нагрузка дѣйствуетъ на протяженіи:

$$1,25+0,20=1,45 \text{ саж.}$$

Полный напоръ земли Q_0 составляется изъ напора Q_1, дѣйствующаго съ участіемъ временной нагрузки на протяженіи 1,45 саж., и напора Q_2, дѣйствующаго на остальной ширинѣ подпорной стѣнки $=2,20-1,45=0,75$ саж.

Напоръ $Q_1=\frac{1,45\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H(H+2h_0)$,

гдѣ: $\gamma=1000$ пуд., $\varphi=30^0$ (для насыпного грунта), $h_0=1,26$ саж.;

$$45^0-\frac{\varphi}{2}=30^0;\ \frac{\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=166,67.$$

Слѣдовательно $Q_1=1,45\times166,67H(H+2,52)=241,67(H+2,52)H$.

Напоръ $Q_2=0,75\times166,67H^2=125,00H^2$.

Полный напоръ на стѣнку:

$$Q_0=Q_1+Q_2=241,67(2,52+H)H+125H^2=H(366,67H+609).$$

Плечо напора Q_1:

$$q_1=\frac{H}{3}\times\frac{H+3\times1,26}{H+2\times1,26}=\frac{H(H+3,78)}{3(H+2,52)}.$$

Моментъ напора:

$$Q_1q_1=\frac{241,67H(2,52+H)H(H+3,78)}{3(H+2,52)}=\frac{241,67H^2(H+3,78)}{3}.$$

Моментъ напора:

$$Q_2q_2=\frac{125H^3}{3}$$

Моментъ напора:

$$Q_0q_0=Q_1q_1+Q_2q_2=\frac{H^2}{3}(366,67H+913,51).$$

Подставляя вмѣсто H высоту стѣнки надъ обрѣзомъ фундамента $=10,15$ саж., получимъ, что напоръ земли на подпорную стѣнку со стороны насыпи:

$$Q_0=10,15(366,67\times10,15+609)=10,15\times4330,70=43957 \text{ пуд.}$$

Моментъ:

$$Q_0q_0=\frac{10,15^2}{3}(366,67\times10,15+913,51)=\frac{103,02\times4635,21}{3}=159173 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо $q_0=\frac{Q_0q_0}{Q_0}=\frac{159173}{43957}=3,62$ саж.

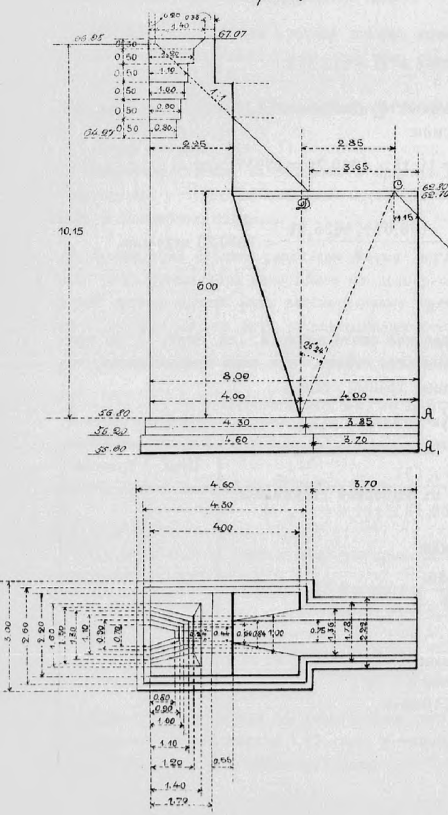
Опредѣлимъ коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A (см. черт. 1), не принимая въ расчетъ давленія конуса на лицевую плоскость стѣнки, при чемъ предполагаемъ, что временная нагрузка занимаетъ лишь насыпь за заднею гранью стѣнки.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку и ихъ моменты относительно ребра A:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ земли, заполняющей заднюю пустоту въ подпорной стѣнкѣ между отмѣтками 67,07 и 64,27:		
а) Между отмѣтками 67,07 и 66,77 вѣсъ земли:		
$\left(1,60\times1,40+\frac{1,00+1,50}{2}\times1,20\right)\times\frac{0,30}{2}\times1000=0,561\times1000=$	561	
Моментъ $561\times(8,00-0,65)=561\times7,35=$	—	4123
б) Между отмѣтками 66,77 и 66,27 вѣсъ земли:		
$\frac{1,00+1,50}{2}\times1,20\times0,50\times1000=0,75\times1000=$	750	
Моментъ $750\times(8,00-0,58)=7,50\times7,42=$	—	5565

	Пуды.	Пудо-саж.
в) Между отмѣтками 66,27 и 65,77 вѣсъ земли:		
$\frac{0,84+1,30}{2}\times 1,10\times 0,50\times 1000=0,588\times 1000=$	588	
Моментъ $588\times(8,00-0,53)=588\times 7,47=$	—	4392
г) Между отмѣтками 65,77 и 65,27 вѣсъ земли:		
$\frac{0,66+1,10}{2}\times 1,00\times 0,50\times 1000=0,440\times 1000=$	440	
Моментъ $440\times(8,00-0,48)=440\times 7,52=$	—	3309
д) Между отмѣтками 65,27 и 64,77 вѣсъ земли:		
$\frac{0,44+0,90}{2}\times 0,90\times 0,50\times 1000=0,301\times 1000=$	301	
Моментъ $301\times(8,00-0,43)=$	—	2279
е) Между отмѣтками 64,77 и 64,27 вѣсъ земли:		
$\frac{0,24+0,70}{2}\times 0,80\times 0,50\times 1000=$	188	
Моментъ $188\times(8,00-0,38)=$	—	1433
2) Вѣсъ кладки между отмѣтками 67,07 и 64,27: $1300[(2,25\times 2,80-1,47\times\times 0,55)\times 2,20-(0,561+ +0,750+0,588+0,440+ +0,301+0,188)]= =1300[(6,300-0,808)\times\times 2,20-2,828]=1300\times\times 9,254=$	12030	
Моментъ: $1300[(6,300\times 6,875-0,808\times 6,025)\times 2,20-(4,123+5,565+4,392+ +3,309+2,279+1,433)]= =1300[84,577-21,101]= =1300\times 63,476=$ . . .	—	82519
3) Вѣсъ кладки между отмѣтками 64,27 и 62,70: $1300\times 1,54\times 2,25\times 2,20= =1300\times 7,623=$ . . .	9910	
Моментъ $9910\times 6,875=$	—	68131
4) Вѣсъ кладки подпорной стѣнки между отмѣтками 62,70 и 56,80: $1300\times\frac{2,25+4,00}{2}\times 5,90\times\times 2,20=1300\times 40,563=$	52732	
Моментъ $1300\times 2,20\times\times 5,90\times\left(2,25\times 6,875+ +\frac{1,75}{2}\times 5,167\right)=1300\times\times 12,98(15,469+4,521)=$.	—	337311

Черт. 1.



	Пуды.	Пудо-саж.
5) Вѣсъ кладки поперечной стѣнки между отмѣтками 62,80 и 56,80: $1300\left(4,00\times 5,90\times\frac{0,75+1,36}{2}+\frac{1}{6}\times(2\times 0,75+1,36)\times 1,75\times\times 5,90+0,75\times 0,05\times 5,75\right)=1300(24,898+4,921+0,216)= =1300\times 30,035=$	39046	
Моментъ: $1300\left\{24,898\times 2,00+4,921\times\left[4,00+\frac{1,75}{2}\left(1-\frac{0,75+1,36}{2(2\times 0,75+1,36)}\right)\right]+ +0,216\times 2,875\right\}=1300(49,796+4,921\times 4,553+0,621)= =1300\times 72,822=$	—	94669
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $v_0=$	116546	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра A . . . . . $v_0p_0=$	—	603731

Плечо равнодѣйствующей:

$$p_0=\frac{v_0p_0}{v_0}=\frac{603731}{116546}=5,18 \text{ саж.}$$

При вышепоименованныхъ условіяхъ получимъ слѣдующіе коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m=\frac{v_0p_0}{Q_0q_0}=\frac{603731}{159175}=3,79;$$

2) на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_1=\frac{fv_0}{Q_0}=\frac{0,70\times 116546}{43957}=\frac{81582}{43957}=1,85.$$

Перейдемъ къ опредѣленію коэффиціентовъ устойчивости подпорной стѣнки на вращеніе около ребра A (см. черт. 1) и на скольженіе въ плоскости фундамента, принимая во вниманіе: 1) напоръ земли на лицевую плоскость подпорной стѣнки только нижней части конуса (между отмѣтками 62,80 и 56,80); 2) вѣсъ половины пролета 10-ти саженнаго моста и 3) временную нагрузку, расположенную на подпорной стѣнкѣ и на половинѣ 10-ти саж. пролета.

Дѣйствіе напора конуса распространяется только на ту часть подпорной стѣнки, къ которой не примыкаетъ поперечная стѣнка, т. е. на ширину:

$$2,20-\frac{0,75+1,36}{2}=2,20-1,05=1,15 \text{ саж.}$$

Въ пользу прочности предположимъ, что плоскость обрушенія конуса проходитъ чрезъ точку C, т. е. составляетъ съ вертикалью уголъ $24^0 24'20''$.

Напоръ конуса равенъ $Q'=\frac{1,15\gamma}{2}\,tg^2\left(45^2-\frac{\varphi}{2}\right)H^2$,

гдѣ: $\gamma=1000$ пуд.; $45^0-\frac{\varphi}{2}=24^0 24'20''$; $tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=\frac{2,85}{6,00}$;

$H=62,80-56,80=6,00$ саж.

Слѣдовательно $Q'=575\times 0,475^2\times 6,00^2=4670$ пудовъ.

Моментъ напора Q' относительно точки A равенъ:

$$Q'q'=\frac{4670\times 6}{3}=9349 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая двухъ напоровъ Q_0 и Q' равна:

$$Q=Q_0-Q'=43957-4670=39287 \text{ пуд.}$$

Моментъ равнодѣйствующей Q относительно ребра A равенъ:

$$Qq=Q_0q_0-Q'q'=159173-9340=149833 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо $q=\frac{Qq}{Q}=\frac{149833}{39287}=3{,}81$ саж.

Къ вертикальнымъ силамъ, дѣйствующимъ на подпорную стѣнку и перечисленнымъ въ вышепоименованной таблицѣ, нужно прибавить еще слѣдующія вертикальныя силы и ихъ моменты относительно точки A:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ половины 10-ти саж. пролета съ временной нагрузкою $90\times73^1/_3=$	6600	
Моментъ $6600\times6{,}075=$	—	40095
2) Вѣсъ временной нагрузки, расположенной сверху подпорной стѣнки: $1000\times1{,}26\times1{,}45\times1{,}70=$	3106	
Моментъ $3106\times7{,}15=$	—	22208
3) Вѣсъ конуса между отмѣтками 64,90 и 62,80: $1000\times2{,}10^2\times\frac{2{,}20}{2}=$	4851	
Моментъ $4851\times\left(8{,}00-2{,}25-\frac{2{,}10}{3}\right)=4851\times5{,}05=$	—	24498
4) Вѣсъ земли, давящей на наклонную часть лицевой поверхности подпорной стѣнки между отмѣтками 62,80 и 56,80: $1000\times\left(2{,}20-\frac{0{,}75+1{,}36}{2}\right)\times1{,}75\times\frac{6{,}00}{2}=1000\times1{,}15\times\times1{,}75\times3{,}00=$	6038	
Моментъ $6038\times\left(4{,}00+\frac{1{,}75}{3}\right)=6038\times4{,}583=$	—	27672
5) Вѣсъ земли, давящей на наклонныя боковыя поверхности поперечной стѣнки между отмѣтками 62,80 и 56,80: $1000\times4{,}00\times\frac{1{,}36-0{,}75}{2}\times6=$	7320	
Моментъ $7320\times2{,}00=$	—	14640
Итого.	27915	129113

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку до плоскости перваго обрѣза фундамента:

$$v=v_0+27915=116546+27915=144461 \text{ пудъ.}$$

Моментъ относительно точки A:

$$vp=v_0p_0+129113=603731+129113=732844 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо $p=\frac{vp}{v}=\frac{732844}{144461}=5{,}07$ саж.

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A:

$$m'=\frac{vp}{Qp}=\frac{732844}{149833}=4{,}89.$$

Коэффиціентъ на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_1'=\frac{fv+f_1v_1}{Q},$$

гдѣ: коэффиціентъ скольженія кладки по кладкѣ $f=0{,}70$:

$$v=144461 \text{ пуд.,}$$

коэффиціентъ скольженія земли по землѣ $f_1=tg30^0=0{,}56$,

вѣсъ части земляного конуса, находящейся впереди вертикальной плоскости BD (см. черт. 1):

$$v_1=1000\times\left(2{,}20-\frac{0{,}75+1{,}36}{2}\right)\times\left(2{,}85\times6+\frac{6^2}{2}\right)=1000\times1{,}15\times35{,}10=40365 \text{ пуд.}$$

$Q=39287$ пуд.

Слѣдовательно:

$$m_1'=\frac{0{,}70\times144461+0{,}56\times40365}{39287}=\frac{101123+22604}{39287}=3{,}15.$$

Займемся теперь опредѣленіемъ условій устойчивости подпорной стѣнки въ плоскости основанія.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку съ фундаментомъ и ихъ моменты относительно ребра A' (см. черт. 1):

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Равнодѣйствующая $v=$	144461	
Моментъ $vp=$	—	732844
2) Вѣсъ фундамента между отмѣтками 56,80 и 55,60: $1300\times0{,}60(4{,}30\times2{,}60+4{,}60\times3{,}00+1{,}78\times3{,}85+2{,}22\times3{,}70)=$ $=1300\times0{,}60(11{,}18+13{,}80+6{,}853+8{,}214)=1300\times24{,}03=$	31226	
Моментъ: $1300\times0{,}60(11{,}18+13{,}80)\times6{,}00+6{,}853\times1{,}925+8{,}214\times1{,}85=$	—	139049
3) Вѣсъ земли, давящей на задніе обрѣзы фундамента: $1000\times0{,}15\times2{,}20(10{,}15+10{,}75)=$	6897	
Моментъ: $1000\times0{,}15\times2{,}20(10{,}15\times8{,}075+10{,}75\times8{,}225)=$	—	56225
4) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента подпорной стѣнки: $1000\times0{,}40\times\left(0{,}20\times10{,}15+\frac{10{,}15+6{,}35}{2}\times3{,}80+0{,}35\times10{,}70+\right.$ $\left.+\frac{10{,}70+6{,}75}{2}\times3{,}95\right)=400\times(2{,}03+31{,}35+3{,}74+34{,}46)=$	28632	
Моментъ: $400\times\left\{2{,}03\times7{,}90+31{,}35\times\left(4{,}00+\frac{3{,}80}{3}\times\frac{10{,}15\times2+6{,}35}{10{,}15+6{,}35}\right)+\right.$ $\left.+3{,}74\times7{,}975+34{,}46\times\left(3{,}85+\frac{3{,}95}{3}\times\frac{10{,}75\times2+6{,}80}{10{,}75+6{,}80}\right)\right\}=$ $=400\times(16{,}037+31{,}35\times6{,}046+29{,}826+34{,}46\times5{,}973)=$	—	176494

	Пуды.	Пудо-саж.
5) Вѣсъ земли, давящей на передніе обрѣзы фундамента подпорной стѣнки: $1000\times 0{,}15\left\{\left(2{,}20-\frac{0{,}75+1{,}36}{2}\right)\times\frac{6{,}35+6{,}20}{2}+(2{,}60-1{,}78)\times\frac{6{,}80+6{,}65}{2}\right\}=150\,(1{,}15\times 6{,}275+0{,}82\times 6{,}725)=$ $=150(7{,}216+5{,}515)=$	1910	
Моментъ $150(7{,}216\times 3{,}92+5{,}515\times 3{,}77)=$	—	7362
6) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента поперечной стѣнки: $1000\times\left\{6\times 3{,}85\times\left(1{,}78-\frac{1{,}36+0{,}75}{2}\right)+6{,}60\times 3{,}70\times(2{,}22-1{,}78)-\frac{1{,}15^2\times 1{,}17}{2}\right\}=1000\times(16{,}860+10{,}745-0{,}773)=$	26832	
Моментъ: $1000(16{,}860\times 1{,}925+10{,}745\times 1{,}85-0{,}773\times 0{,}766)=$	—	51742
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку вмѣстѣ съ фундаментомъ $W=$	239958	
Моментъ равнодѣйствующей W относительно ребра A'. . . . . $Wv=$	—	1163716

Плечо относительно точки A' равно:

$$v=\frac{Wv}{W}=\frac{1163716}{239958}=4{,}85 \text{ саж.}$$

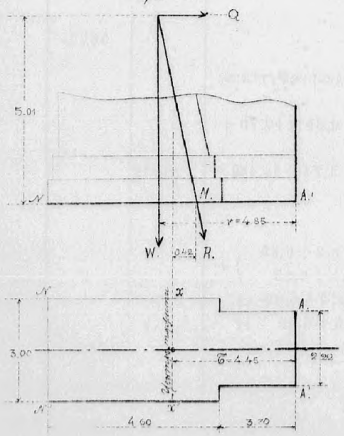
Коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки вмѣстѣ съ фундаментомъ на вращеніе около ребра A' (въ плоскости основанія):

$$m=\frac{Wv}{Q(q+1{,}20)}=\frac{1163716}{39287\times 5{,}01}=\frac{1163716}{196828}=5{,}91.$$

Коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки вмѣстѣ съ фундаментомъ на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_1=\frac{f_1 W}{Q}=\frac{0{,}56\times 239958}{39287}=\frac{134376}{39287}=3{,}42.$$

Черт. 2.



Площадь основанія равна:

$$\omega=84^2\times(4{,}60\times 3{,}00+3{,}70\times 2{,}22)=7056\times(13{,}800+8{,}214)=7056\times 22{,}014=155331 \text{ кв. дюйм.}$$

Центръ тяжести фигуры основанія отъ ребра $A'A'$ находится въ разстояніи:

$$Б=\frac{4{,}60\times 3{,}00\times 6{,}00+2{,}22\times 3{,}70\times 1{,}85}{4{,}60\times 3{,}00+2{,}22\times 3{,}70}=\frac{97{,}996}{22{,}014}=4{,}45 \text{ саж.}$$

Моментъ инерціи фигуры основанія относительно оси xx' равенъ:

$$J=\frac{3{,}00\times 8{,}30^3-2{,}22\times 3{,}70^3}{3}-22{,}014\times 4{,}45^2=98{,}372 \text{ (саж.)}^3$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ R пересѣкаетъ подошву подпорной стѣнки въ точкѣ M (см. черт. 2), отстоящей отъ ребра $A'A'$ въ разстояніи:

$$\beta=v-\frac{Q(q+1{,}20)}{W}=4{,}85-\frac{196828}{239958}=4{,}85-0{,}820=4{,}03 \text{ саж.},$$

а отъ центра тяжести площади основанія въ разстояніи:

$$a=Б-\beta=4{,}45-4{,}03=0{,}42 \text{ саж.}$$

Среднее давленіе на грунтъ (подошву основанія стѣнки):

$$\sigma_0=\frac{W}{\omega}=\frac{239958}{155331}=1{,}54 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра NN' (см. черт. 2):

$$min\sigma=\sigma_0-\frac{Mz}{J},$$

гдѣ: $M=Wa=239958\times 0{,}42=100782$ пудо-саж.;

$z=8{,}30-4{,}45=3{,}85$ саж.;

$J=98{,}372$;

$$min\sigma=1{,}54-\frac{100782\times 3{,}85}{7056\times 98{,}372}=1{,}54-0{,}55=0{,}99 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра $A'A'$ (см. черт. 2):

$$max\sigma=\sigma_0+\frac{MБ}{J}=1{,}54+\frac{100782\times 4{,}45}{7056\times 98{,}372}=1{,}54+0{,}64=2{,}18 \text{ пуд. на кв. дюйм.}$$

Въ виду того, что давленіе въ плоскости основанія достигаетъ 2,18 пуд. на кв. дюймъ, то согласно предварительнымъ даннымъ буренія, нельзя будетъ обойтись безъ забивки свай. Вѣсъ всего сооруженія предположено передать на скалу, залегающую на 4,70 саж. ниже дна котлована.

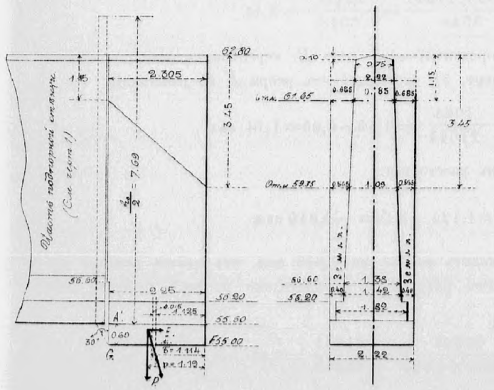
Полагаемъ забить до скалы 162 сваи толщиною 6 верш.

На одну сваю приходится давленіе въ $\frac{239857}{162}=1480$ пудовъ, т. е. $\frac{1480}{\frac{\pi\times(10{,}5)^2}{4}}=17{,}09$ пуд. на кв. дюймъ поперечнаго сѣченія сваи.

Такъ какъ въ данномъ случаѣ сваю можно разсматривать какъ стойку, стоящую на скалѣ и по всей своей длинѣ находящуюся въ землѣ (какъ бы задѣланную), то давленіе въ 17,09 пудовъ на кв. дюймъ, которое менѣе допускаемаго въ 24 пуд., можно считать вполнѣ безопаснымъ.

II. Повѣрка устойчивости средней части поперечной стѣнки.

Черт. 3.



Предположимъ въ запасъ устойчивости поперечной стѣнки, что половина наибольшаго давленія $max\sigma$ въ точкѣ A' подпорной стѣнки передается на грунтъ въ этомъ же мѣстѣ, а половина на сваи.

Замѣняя давленіе $max\sigma=2{,}18$ пуд. на кв. дюймъ соотвѣтствующимъ давленіемъ столба земли высотою:

$$h_0=\frac{2{,}18\times 84^2}{1000}=15{,}38 \text{ саж.},$$

получимъ величину горизонтальнаго напора земли на плоскость $A'G$ поперечной стѣнки по формулѣ:

$$E=\frac{2{,}22\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H(H+h_0),$$

гдѣ: $\gamma=1000$ пуд.; $\varphi=30^0$; $h_0=15{,}38$ с.;

$H=55{,}60-55{,}00=0{,}60$ саж.;

Слѣдовательно $E=370\times0{,}60\times15{,}98=3548$ пуд.

Плечо напора E относительно ребра G равно:

$$e=\frac{H\times(H+3\times7{,}69)}{3(H+2\times7{,}69)}=\frac{0{,}60\times23{,}67}{3\times15{,}98}=\frac{14{,}202}{47{,}94}=0{,}30 \text{ саж.}$$

Моментъ относительно точки G равенъ:

$$Ee=3548\times0{,}30=1064 \text{ пудо-саж.}$$

Вертикальныя силы, дѣйствующія на среднюю часть поперечной стѣнки и ихъ моменты относительно ребра F:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ стѣнки между отмѣтками 62,80 и 55,00: $1300\left\{2{,}25\times\left(0{,}75\times0{,}05+\frac{0{,}75+1{,}42}{2}\times6{,}50+(1{,}82+2{,}22)\times\right.\right.$ $\left.\left.\times0{,}60\right)+0{,}055\left(0{,}75\times0{,}05+\frac{0{,}75+1{,}38}{2}\times6{,}10\right)\right\}=$ $=1300(8{,}54+0{,}36)=1300\times8{,}90=$	11570	
Моментъ $1300(8{,}54\times1{,}125+0{,}36\times2{,}277)=$	—	13555
2) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы: $1000\times\frac{(0{,}685+0{,}40)\times5{,}45+(0{,}565+0{,}40)\times3{,}15}{2}\times2{,}25=$ $=1000\times10{,}071=$	10071	
Моментъ $10071\times\frac{2{,}25}{3}\times\frac{3\times3{,}15+2\times2{,}30}{2\times3{,}15+2{,}30}=10071\times1{,}23=$ . . .	—	12387
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ $P=$	21641	
Моментъ равнодѣйствующей относительно точки F. . . . . $Pp=$	—	25942

Плечо $p=\frac{Pp}{P}=\frac{25942}{21641}=1{,}19.$

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра F:

$$m=\frac{Pp}{Ee}=\frac{25942}{1064}=24{,}38.$$

Коэффиціентъ на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_1=\frac{f_1P}{E}=\frac{0{,}56\times21641}{3548}=\frac{12118}{3548}=3{,}41.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ R_1 пересѣкаетъ подошву основанія поперечной стѣнки въ точкѣ M (см. черт. 3), отстоящей отъ ребра F въ разстояніи:

$$Б=p-\frac{Ee}{P}=1{,}19-\frac{1064}{21641}=1{,}19-0{,}05=1{,}14 \text{ саж.},$$

а отъ центра тяжести площади основанія въ разстояніи:

$$a=\frac{2{,}25}{2}=1{,}14=1{,}125-1{,}14=-0{,}015 \text{ саж.}$$

Такъ какъ равнодѣйствующая R_1 отходитъ только на 0,015 саж. отъ центра тяжести площади основанія, то давленіе на грунтъ будетъ равномѣрно распредѣлено по всей площади основанія и величина его будетъ равна:

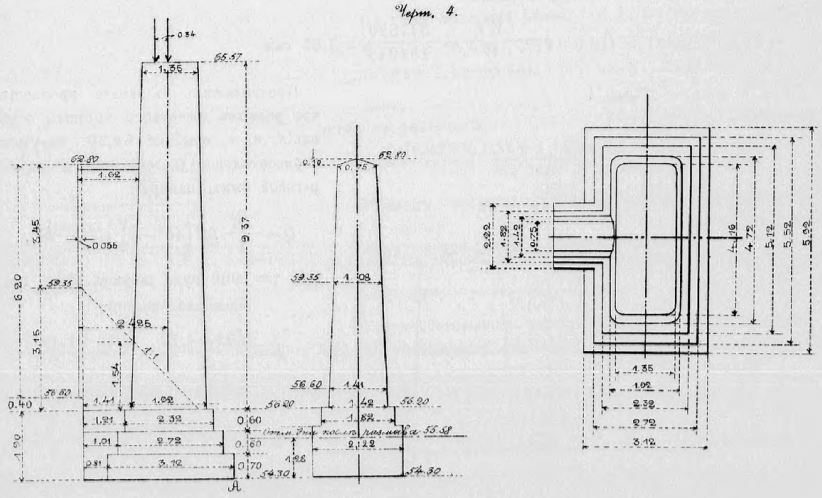
$$\sigma_0=\frac{P}{\omega}=\frac{21641}{7056\times2{,}22\times2{,}25}=\frac{21641}{7056\times4{,}995}=\frac{21641}{35245}=0{,}61 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Въ виду небольшой величины давленія на грунтъ, поперечную стѣнку можно основать прямо на грунтѣ (песокъ въ шпунтовомъ огражденіи).

III. Повѣрка устойчивости берегового быка.

	Пуды.	Пудо-саж.
Вертикальныя силы, дѣйствующія на береговой быкъ вмѣстѣ съ фундаментомъ и ихъ моменты относительно точки A (см. черт. 4).		
1) Вѣсъ кладки берегового быка между отмѣтками 65,57 и 54,30: $1300\left(\frac{4{,}16\times1{,}35+1{,}92\times4{,}72}{2}\times9{,}37+(2{,}32\times5{,}12+2{,}72\times\right.$ $\left.\times5{,}52)\times0{,}60+3{,}12\times5{,}92\times0{,}70\right)=1300(68{,}766+16{,}136+$ $+13{,}093)=1300\times97{,}995=$	127394	
Моментъ $127394\times1{,}56=$	—	198735
2) Вѣсъ поперечной стѣнки между отмѣтками 62,80 и 54,30: $1300\left\{0{,}055\times\left(0{,}75\times0{,}05+\frac{0{,}75+1{,}41}{2}\times6{,}10\right)+\frac{1{,}62+1{,}41}{2}\times\right.$ $\times\left(0{,}75\times0{,}05+\frac{0{,}75+1{,}42}{2}\times6{,}50\right)+(1{,}82\times1{,}21+2{,}22\times$ $\left.\times1{,}01)\times0{,}60+0{,}81\times0{,}70\times2{,}22\right\}=1300[0{,}364+10{,}740+$ $+(2{,}202+2{,}242)\times0{,}60+1{,}259]=1300\times14{,}929=$	19408	
Моментъ $1300[0{,}364\times2{,}400+10{,}740\times(2{,}370-0{,}755)+(2{,}202\times$ $\times1{,}765+2{,}242\times1{,}865)\times0{,}60+1{,}259\times(2{,}37-0{,}405)]=$ $=1300\times(0{,}874+17{,}345+4{,}841+2{,}474)=1300\times25{,}534=$ . . .	—	33194
3) Вѣсъ половины 10 саж. пролета съ временной нагрузкой: $90\times73^1/_3=$	6600	
Моментъ $6600\times(1{,}56+0{,}34)=6600\times1{,}90=$	—	12540

Черт. 4.

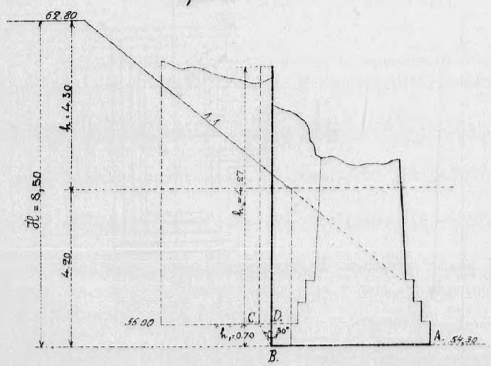


	Пуды.	Пудо-саж.
4) Вѣсъ половины 45-ти саж. пролета вмѣстѣ съ временною нагрузкою: $1500+\frac{84\times46\times7}{2}=1500+13524=$	28524	
Моментъ $28524\times1{,}56=$	—	44497
5) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента поперечной стѣнки: $1000\times\left\{\left(2{,}22-\frac{1{,}42+1{,}08}{2}\right)\times\frac{3{,}15+1{,}54}{2}\times1{,}41+0{,}40\times1{,}21\times\times0{,}60\right\}=1000\,(0{,}97\times2{,}35\times1{,}41+0{,}40\times1{,}21\times0{,}60)=$ $=1000(3{,}214+0{,}290)=$	3504	
Моментъ $3214\times\left(1{,}56+0{,}96+\frac{1{,}41}{3}\times\frac{2\times3{,}15+1{,}54}{3{,}15+1{,}54}\right)+290\times(1{,}56+$ $+1{,}16+0{,}605)=3214\times3{,}31+290\times3{,}325=$	—	11603
6) Вѣсъ земли, давящей на задніе обрѣзы берегового быка: $1000\times0{,}20(1{,}64\times3{,}30+2{,}44\times3{,}30+3{,}24\times3{,}70)=200(5{,}41+$ $+8{,}05+11{,}99)=200\times25{,}45=$	5090	
Моментъ: $200(5{,}41\times2{,}62+8{,}05\times2{,}82+11{,}99\times3{,}02)=200\times73{,}085=$ . .	—	14617
7) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы берегового быка: $1000\times\frac{1{,}54^2}{2}\times1{,}20=$	1423	
Моментъ $1423\times1{,}50=$	—	2134
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $W=$	191943	
Моментъ равнодѣйствующей W относительно ребра A . . . . . $Wv=$	—	317320

Плечо относительно ребра A равно:

$$v=\frac{Wv}{W}=\frac{317320}{191943}=1{,}65 \text{ саж.}$$

Черт. 5.



Предположивъ въ запасъ прочности, что размывъ достигаетъ подошвы основанія, т. е. отмѣтки 54,30, получимъ горизонтальное давленіе конуса на береговой быкъ (напоръ):

$$Q=\frac{Б\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)(H^2-h^2),$$

гдѣ: $\gamma=1000$ пуд.; ширина быка, подверженная напору:

$$Б=\frac{5{,}92+4{,}72}{2}-\frac{2{,}22+1{,}42}{2}=$$

$$=5{,}32-1{,}82=3{,}50 \text{ саж.}$$

$$tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=tg^2(30^0)=\frac{1}{3};$$

$H=8{,}50$ саж.; $h=4{,}30$ саж.

Слѣдовательно $Q=\frac{3{,}50\times1000\times(8{,}50^2-4{,}30^2)}{6}=31360$ пуд.

Плечо относительно ребра A равно:

$$q=H-\frac{2(H^3-h^3)}{3(H^2-h^2)}=8{,}50-\frac{2(8{,}50^3-4{,}30^3)}{3(8{,}50^2-4{,}30^2)}=8{,}50-6{,}63=1{,}87 \text{ саж.}$$

Моментъ напора относительно ребра A равенъ:

$$Qq=31860\times1{,}87=58643 \text{ пудо-саж.}$$

Къ напору Q надо прибавить напоръ призмы обрушенія CBD, нагруженной поперечной стѣнкой, равный:

$$Q_1=\frac{Б_1\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)h_1(h_1+2h_0),$$

гдѣ: $Б_1=2{,}22$ саж. (ширина основанія поперечной стѣнки);

$h_1=0{,}70$ саж. (см. черт. 5);

$h_0=\frac{\sigma_0\times7056}{1000}=\frac{0{,}61\times7056}{1000}=4{,}27$ саж. (σ_0—давленіе на грунтъ поперечной стѣнки);

$$Q_1=\frac{2220\times0{,}70\times(0{,}70+8{,}54)}{2\times3}=2393 \text{ пуд.}$$

Плечо относительно точки A равно:

$$q_1=\frac{h_1(h_1+3h_0)}{3(h_1+2h_0)}=\frac{0{,}70(0{,}70+12{,}81)}{3(0{,}70+8{,}54)}=0{,}34.$$

Моментъ $Q_1q_1=2393\times0{,}34=814$ пудо-саж.

Равнодѣйствующая горизонтальныхъ силъ равна:

$$Q_0=Q+Q_1=31360+2393=33753 \text{ пуд.}$$

Моментъ Q_0 относительно точки A равенъ:

$$Q_0q_0=Qq+Q_1q_1=58643-814=59457 \text{ пудо-саж.}$$

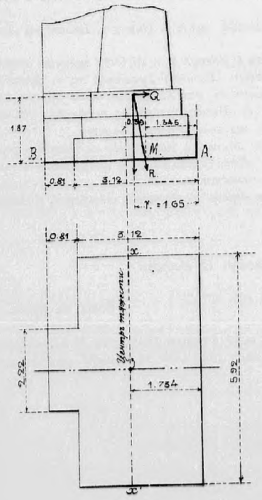
Въ плоскости основанія коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A равенъ:

$$m=\frac{Wv}{Q_0q_0}=\frac{317320}{59457}=5{,}33,$$

и коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_1=\frac{f_1W}{Q_0}=\frac{0{,}56\times191943}{33753}=\frac{101888}{33753}=3{,}02.$$

Черт. 6.



Площадь основанія равна:

$$\omega=84^2(3{,}12\times5{,}92+2{,}22\times0{,}81)=7056\times20{,}268=$$

$$=143011 \text{ кв. дюймъ.}$$

Центръ тяжести фигуры основанія отъ ребра A находится въ разстояніи:

$$Б=\frac{18{,}470\times1{,}56+1{,}798\times3{,}525}{20{,}268}=1{,}734 \text{ саж.}$$

Моментъ инерціи фигуры основанія относительно оси xx' равенъ:

$$J=\frac{2{,}22\times3{,}93^3+3{,}70\times3{,}12^3}{3}-20{,}268\times1{,}734^2=$$

$$=21{,}428.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ R пересѣкаетъ подошву берегового быка въ точкѣ M (см. черт. 6), отстоящей отъ ребра A въ разстояніи:

$$\beta=v-\frac{Q_0q_0}{W}=1{,}65-\frac{59457}{191943}=1{,}65-0{,}305=1{,}345 \text{ саж.},$$

а отъ центра тяжести площади основанія въ разстояніи:

$$a=Б-\beta=1{,}734-1{,}345=0{,}39 \text{ саж.}$$

Среднее давленіе на грунтъ (подошва основанія берегового быка):

$$\sigma_0 = \frac{W}{\omega} = \frac{191943}{143011} = 1{,}34 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наименьшее давленіе на грунтъ около ребра B (см. черт. 6):

$$min\sigma = \sigma_0 - \frac{Mz}{J},$$

гдѣ: $M = Wa = 191943 \times 0{,}39 = 74858$ пудо-саж.;

$z = 3{,}93 - 1{,}734 = 2{,}196$; $J = 21{,}428$;

$$min\sigma = 1{,}34 - \frac{74858 \times 2{,}196}{21{,}428 \times 7056} = 1{,}34 - \frac{164388}{151196} = 1{,}34 - 1{,}09 = 0{,}25 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра A (см. черт. 6):

$$max\sigma = \sigma_0 + \frac{MБ}{J} = 1{,}34 + \frac{74858 \times 1{,}734}{21{,}428 \times 7056} = 1{,}34 + \frac{129804}{151196} = 1{,}34 + 0{,}86 = 2{,}20 \text{ пуд.}$$

на квадратный дюймъ.

Подъ основаніе берегового быка забиваемъ до скалы 152 штуки 6-ти вершковыхъ свай.

Давленіе на одну сваю составляетъ:

$$\frac{191943}{152} = 1263 \text{ пуд.}$$

Давленіе на кв. дюймъ дерева 6 верш. сваи равно:

$$\frac{1263}{\frac{\pi(10{,}5)^2}{4}} = \frac{1263}{86{,}59} = 14{,}59 \text{ пуд.}$$

Въ заключеніе мы должны оговориться. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ назначены по проекту подъ основаніе сваи, можетъ быть послѣ болѣе подробныхъ изслѣдованій грунта на днѣ котлованов, окажется, что сваи совершенно не нужны или невозможно ихъ забить, поэтому въ каждомъ частномъ случаѣ при закладкѣ сооруженія слѣдуетъ производить повѣрочное буреніе на днѣ котлована, забивать пробныя сваи и сообразуясь съ величиною наибольшаго давленія на грунтъ и съ результатами окончательныхъ изслѣдованій грунта назначать родъ основанія.

Главный Инженеръ *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Старшій Инженеръ *С. Ольшевскій.*

Копія съ копіи.

Отношеніе Департамента желѣзныхъ дорогъ отъ 11 Апрѣля 1898 года № 6485 въ Правленіе Общества Рязанско-Уральской желѣзной дороги.

Департаментъ желѣзныхъ дорогъ имѣетъ честь увѣдомить, что по журналу Инженернаго Совѣта отъ 4 и 11 Февраля с. г. № 33, постановлено:

I. Признать для проектируемаго Обществомъ Рязанско-Уральской ж. д. моста чрезъ р. Оку у г. Бѣлева на Данковъ-Смоленской линіи отверстіе въ 90 саж. достаточнымъ.

II. Одобрить въ общемъ, представленный Инспекторомъ по сооруженію отъ 5 Января с. г. № 5087 проектъ общаго расположенія и опоръ моста чрезъ р. Оку у г. Бѣлева на строющейся Обществомъ Рязанско-Уральской ж. д. Данковъ-Смоленской линіи, съ тѣмъ, чтобы родъ основаній опоръ сего моста, а равно и глубина ихъ заложенія были опредѣлены Главнымъ Инженеромъ по сооруженію Данковъ-Смоленской линіи, по соглашенію съ Инспекторомъ по постройкѣ Обществомъ Рязанско-Уральской ж. д. новыхъ линій, въ зависимости отъ ближайшаго выясненія свойствъ грунта.

III. Предоставить Главному Инженеру по сооруженію Данковъ-Смоленской линіи, по соглашенію съ Инспекторомъ по постройкѣ Обществомъ Рязанско-Уральской ж. д. новыхъ линій, опредѣлить общее расположеніе, направленіе и размѣры струенаправляющихъ сооруженій у моста чрезъ р. Оку у г. Бѣлева въ зависимость отъ мѣстныхъ условій съ тѣмъ, чтобы были приняты надлежащія мѣры для направленія теченія поймы праваго берега въ мостовое отверстіе, во избѣжаніе могущихъ образоваться въ пролетахъ моста заносовъ.

За Директора Бѣлинскій.
За Дѣлопроизводителя А. Чернявскій.
Съ копіей вѣрно: Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.
Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

Настоящій проектъ утвержденъ по журналу Инженернаго Совѣта отъ 4 и 11 Февраля 1898 г. за № 33, на условіяхъ, сообщенныхъ въ отношеніи Департамента желѣзныхъ дорогъ отъ 11/18 Апрѣля 1898 года за № 6485 въ Правленіе Общества Рязанско-Уральской желѣзной дороги.

За Директора Бѣлинскій.
Дѣлопроизводитель А. Чернявскій.
На копіи написано: Вѣрно: За Дѣлопроизводителя Делиронъ.
Съ копіей вѣрно: Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.
Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ проекту, утвержденному Инженернымъ Совѣтомъ по журналу отъ 18 Февраля 1898 г. № 58.

122

(Тексты утвержденія см. въ концѣ записки).

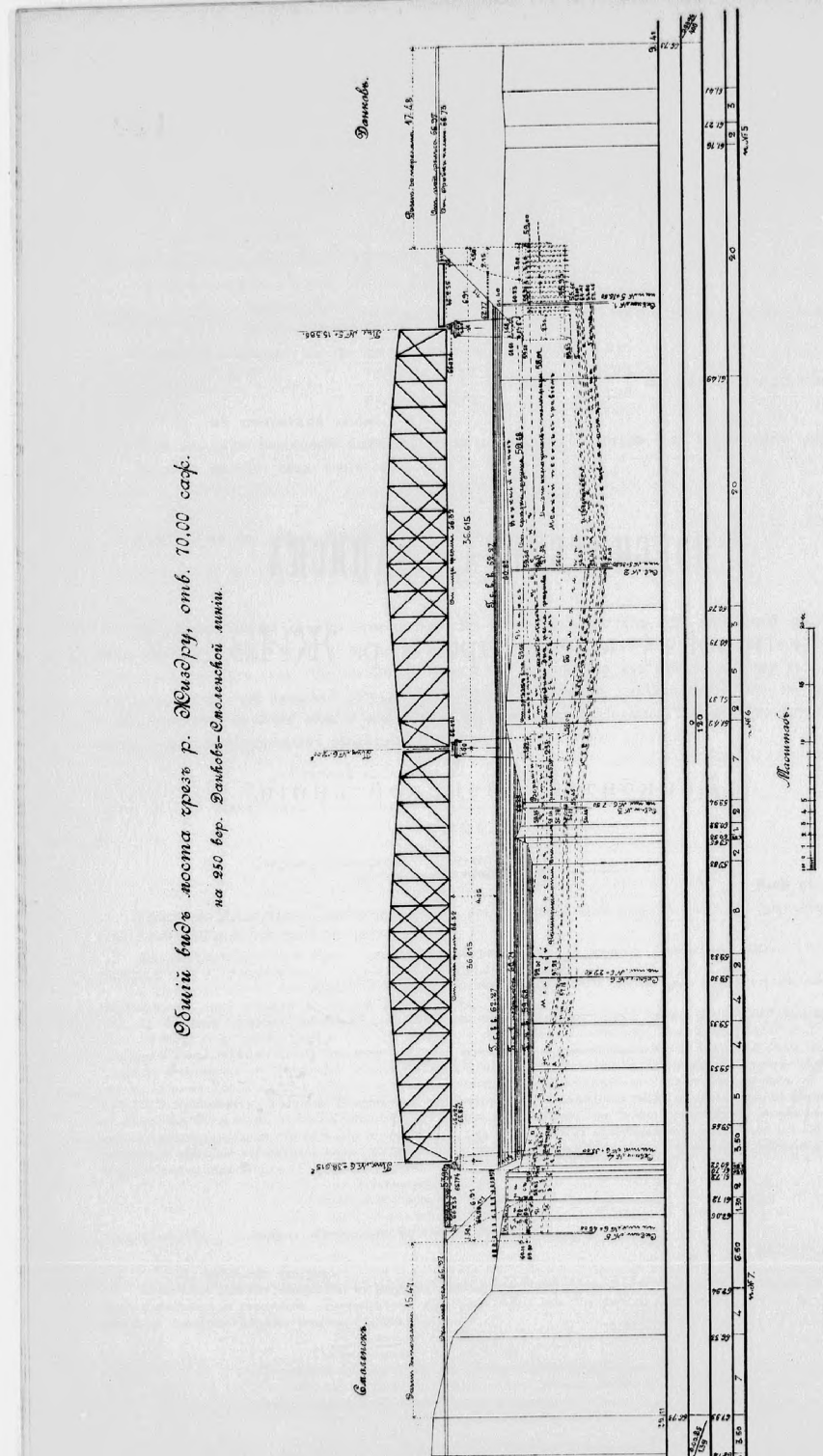
ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ЖИЗДРУ

на 250 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.



Общій видъ моста чрезъ р. Жиздру, отъ. 70.00 саж. на 250 вер. Данковъ-Смоленской линіи.

РАСЧЕТЪ

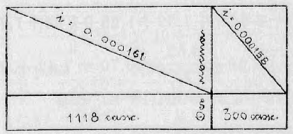
отверстія моста чрезъ рѣку ЖИЗДРУ,

на 250 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

Линія Данковъ-Смоленскъ пересѣкаетъ р. Жиздру въ гор. Козельскѣ по направленію, нормальному къ руслу.

Произведенными изысканіями и по показанію мѣстныхъ жителей опредѣленъ уклонъ весеннихъ водъ (самыхъ высокихъ) выше и ниже моста.



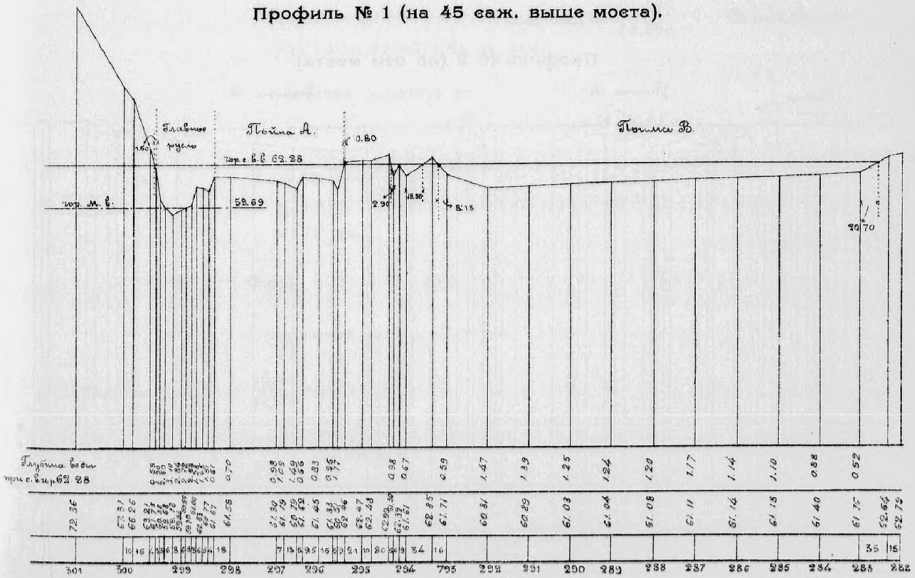
Сверхъ сего имѣются слѣдующія данныя:

Отмѣтка самыхъ высокихъ водъ . . . . . 62,27 } по оси моста
„ меженнихъ „ . . . . . 59,68 }

и три профиля, снятые по оси моста на 45 саж. выше и на 55 саж. ниже онаго.

Изъ профилей видно, что лѣвый берегъ р. Жиздры высокъ, правый же низменный и заливается весенними водами на довольно значительное разстояніе. Для правильности расчета, ложе рѣки, по его характеру, разбиваемъ на двѣ части, т. е. на главное русло и разливъ, который, въ свою очередь, состоитъ изъ двухъ частей, *A* и *B*, отдѣленныхъ другъ отъ друга продольнымъ гребремъ, затѣмъ для каждой части опредѣляемъ (при горизонтѣ самыхъ высокихъ водъ) среднія цифры, какъ среднее ариѳметическое значеніе полученныхъ въ каждомъ сѣченіи элементовъ.

Профиль № 1 (на 45 саж. выше моста).



Площадь живого сѣченія ω:

Главное русло: $\frac{0,55}{2}\times1,50+\frac{0,55+1,90}{2}\times3+\frac{1,90+2,60}{2}\times3+\frac{2,60+3,10}{2}\times6+$
$+\frac{3,10+2,84}{2}\times8+\frac{2,84+2,72}{2}\times6+\frac{2,72+2,58}{2}\times8+\frac{2,58+1,28}{2}\times$
$\times3+\frac{1,28+1,45}{2}\times6+\frac{1,45+1,51}{2}\times5+\frac{1,51+0,61}{2}\times4=0,41+$
$+3,67+6,75+17,10+23,76+16,68+21,20+5,79+8,19+7,40+$
$+4,24=115,19$ кв. саж.

Пойма А: $\frac{0,61+0,70}{2}\times18+\frac{0,70+0,98}{2}\times50+\frac{0,98+1,09}{2}\times7+\frac{1,09+1,49}{2}\times13+$
$+\frac{1,49+0,66}{2}\times5+\frac{0,66+0,83}{2}\times25+\frac{0,83+0,95}{2}\times15+\frac{0,95+1,77}{2}\times$
$\times5+\frac{1,77}{2}\times8,20=129,22$ кв. саж.

Пойма В: $\frac{0,98}{2}\times2,9+\frac{0,98}{2}\times6+\frac{0,67}{2}\times9+\frac{0,67}{2}\times18,58+\frac{0,57}{2}\times8,13+$
$+\left(\frac{0,59}{2}+1,47+1,39+1,25+1,24+1,20+1,17+1,14+1,10+0,88+\right.$
$\left.+\frac{0,52}{2}\right)\times50+\frac{0,52}{2}\times20,70=1,42+2,94+3,01+6,22+2,44+$
$+569,75+5,38=591,16$ кв. саж.

Подводный периметръ p:

Главное русло: $1,60+3,29+3,08+6,02+8,00+6,00+8,00+3,27+6,01+5+4,10=$
$=54,37$ саж.

Пойма А: $18+50+7+13,02+5,07+25+15+5,07+8,39=146,55$ саж.

Пойма В: $3,06+6,08+9,03+18,60+8,15+50\times10+20,71=565,63$ саж.

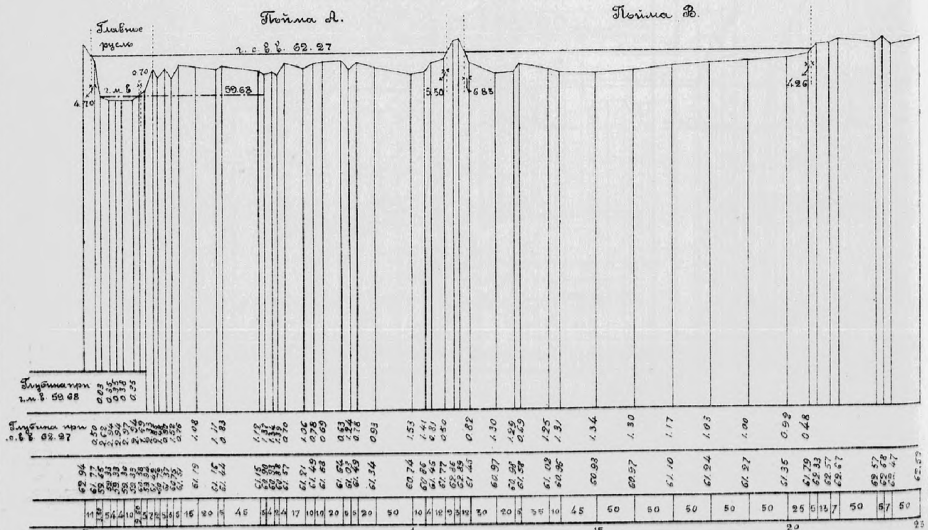
Подводный радіусъ $R=\frac{\omega}{p}$:

Главное русло: $\frac{115,19}{54,37}=2,12$ саж.

Пойма А: $\frac{129,22}{146,55}=0,88$ саж.

Пойма В: $\frac{591,19}{565,63}=1,09$ саж.

Профиль № 2 (по оси моста).



Площадь живого сѣченія ω:

Главное русло: $\frac{0,50}{2}\times4,70+\frac{0,50+2,62}{2}\times3,50+\frac{2,62+2,94}{2}\times5+2,94\times4+\frac{2,94+2,97}{2}\times$
$\times4+\frac{2,97+2,94}{2}\times10+\frac{2,94+1,69}{2}\times2,50+\frac{1,69+2,33}{2}\times3+$
$+\frac{2,33+0,85}{2}\times7=1,17+5,48+13,90+11,76+11,82+29,55+5,79+$
$+6,03+11,13=96,63$ кв. саж.

Пойма А: $\frac{0,85+1,48}{2}\times2+\frac{1,48+0,90}{2}\times5+\frac{0,90+1,52}{2}\times3+\frac{1,52+0,76}{2}\times5+$
$+\frac{0,76+1,08}{2}\times15+\frac{1,08+1,11}{2}\times20+\frac{1,11+0,83}{2}\times5+\frac{0,83+1,12}{2}\times$
$\times45+\frac{1,12+1,37}{2}\times3+\frac{1,37+1,34}{2}\times4+\frac{1,34+1,39}{2}\times2+$
$+\frac{1,39+0,70}{2}\times4+\frac{0,70+1,06}{2}\times17+\frac{1,06+0,78}{2}\times10+\frac{0,78+0,69}{2}\times$
$\times10+\frac{0,69+0,83}{2}\times20+\frac{0,83+1,24}{2}\times5+\frac{1,24+0,78}{2}\times5+$
$+\frac{0,78+0,93}{2}\times20+\frac{0,93+1,53}{2}\times50+\frac{1,53+1,41}{2}\times10+\frac{1,41\times0,81}{2}\times$
$\times4+\frac{0,81+0,50}{2}\times12+\frac{0,50}{2}\times5,50=2,33+5,95+3,63+5,70+$
$+13,80+21,90+4,85+43,87+3,73+5,42+2,73+4,18+14,96+$
$+9,20+7,35+15,20+2,59+2,52+17,10+61,50+14,70+4,44+$
$+7,86+1,37=276,88$ кв. саж.

Пойма В: $\frac{0,82}{2}\times6,83+\frac{0,82+1,30}{2}\times30+\frac{1,30+1,29}{2}\times20+\frac{1,29+0,69}{2}\times5+$
$+\frac{0,69+1,25}{2}\times35+\frac{1,25+1,31}{2}\times10+\frac{1,31+1,34}{2}\times45+\left(\frac{1,34}{2}+\right.$
$\left.+1,30+1,17+1,03+1,00+\frac{0,92}{2}\right)50+\frac{0,92+0,48}{2}\times25+\frac{0,48}{2}\times$
$\times4,26=2,80+31,80+25,90+4,95+33,95+12,80+59,62+281,50+$
$+17,50+1,02=471,84$ кв. саж.

Подводный периметръ p:

Главное русло: $4,73+4,09+5,01+4+4+10+2,80+3,07+7,16=44,86$ саж.

Пойма А: $2,10+5,03+3,06+5,06+15+20+5,01+45+3,01+4,06+2+4,06+17+$
$+10,01+10+20+5,02+5,02+20+50+10+4,04+12,01+5,51=$
$=282$ саж.

Пойма В: $6,88+30+20+5,11+35+10+45+5+50+25+4,29=431,28$ саж.

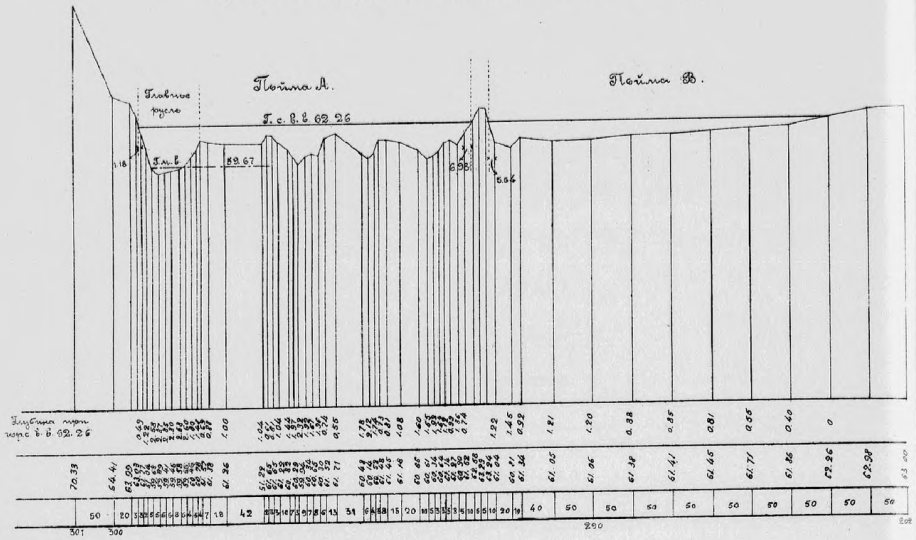
Подводный радіусъ $R=\frac{\omega}{p}$:

Главное русло: $\frac{96,63}{44,86}=2,15$ саж.

Пойма А: $\frac{276,88}{282}=0,98$ саж.

Пойма В: $\frac{471,84}{431,28}=1,09$ саж.

Профиль № 3 (на 55 саж. ниже по оси моста).


Главное русло
Пойма А.
Пойма В.
Г. с. в. 62 26
Г. с. в.
89.67
6.98
5.66
1.18
Глубина воды с. в. 62.26
70.33
64.41
63.00
62.36
61.72
61.08
60.47
59.86
59.25
58.64
58.03
57.42
56.81
56.20
55.59
54.98
54.37
53.76
53.15
52.54
51.93
51.32
50.71
50.10
49.49
48.88
48.27
47.66
47.05
46.44
45.83
45.22
44.61
44.00
43.39
42.78
42.17
41.56
40.95
40.34
39.73
39.12
38.51
37.90
37.29
36.68
36.07
35.46
34.85
34.24
33.63
33.02
32.41
31.80
31.19
30.58
29.97
29.36
28.75
28.14
27.53
26.92
26.31
25.70
25.09
24.48
23.87
23.26
22.65
22.04
21.43
20.82
20.21
19.60
19.00
18.39
17.78
17.17
16.56
15.95
15.34
14.73
14.12
13.51
12.90
12.29
11.68
11.07
10.46
9.85
9.24
8.63
8.02
7.41
6.80
6.19
5.58
4.97
4.36
3.75
3.14
2.53
1.92
1.31
0.70
0.09
0.48
0.87
0.55
0.40
0
50
20
42
31
15
20
40
50
50
50

Среднюю скорость въ сѣченіи опредѣляемъ по формулѣ Дарси:

$$v = c\sqrt{Ri};$$ уклонъ принимаемъ $i = 0{,}000161$.

По Гангилье и Куттеру:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1{,}46 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}$$ для саженей.

Примемъ для русла $n = 0{,}025$; тогда:

$$c = \frac{23 + 40 + \frac{0{,}00155}{0{,}000161}}{1{,}46 + (23 + 9{,}63)\frac{0{,}025}{\sqrt{2{,}18}}} = \frac{72{,}63}{1{,}46 + 32{,}63 \times \frac{0{,}025}{1{,}48}} = \frac{72{,}63}{1{,}46 + 32{,}63 \times 0{,}017} = \frac{72{,}63}{2{,}01} = 36{,}13;$$

$$v = c\sqrt{Ri} = 36{,}13\sqrt{2{,}18 \times 0{,}000161} = 36{,}13 \times \sqrt{0{,}000351} = 36{,}13 \times 0{,}0187 = 0{,}676 \text{ саж.}$$

Для разлива принимаемъ коэффиціентъ n равнымъ 0,03, и тогда найдемъ:

а) для разлива A:

$$c = \frac{23 + 33{,}33 + 9{,}63}{1{,}46(23 + 9{,}63)\frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}05}}} = \frac{65{,}96}{1{,}46 + 32{,}63 \times \frac{0{,}03}{1{,}02}} = \frac{65{,}96}{1{,}46 + 0{,}96} = 27{,}25;$$

$$v = c\sqrt{Ri} = 27{,}25\sqrt{1{,}05 \times 0{,}000161} = 27{,}25\sqrt{0{,}000169} = 27{,}25 \times 0{,}013 = 0{,}354 \text{ саж.}$$

б) для разлива B:

$$c = \frac{23 + 33{,}33 + 9{,}63}{1{,}46 + 32{,}63 \times \frac{0{,}03}{\sqrt{0{,}99}}} = \frac{65{,}96}{1{,}46 + 0{,}99} = \frac{65{,}96}{2{,}45} = 26{,}92;$$

$$v = c\sqrt{Ri} = 26{,}92\sqrt{0{,}99 \times 0{,}000161} = 26{,}92\sqrt{0{,}000159} = 26{,}92 \times 0{,}0126 = 0{,}339 \text{ саж.}$$

На основаніи этихъ данныхъ, полученные результаты указаны въ слѣдующей таблицѣ:

Таблица II.

Части живого сѣченія.	ω кв. саж.	p саж.	R саж.	Коэффиціентъ c	v саж.	Q куб. саж.
Главное русло. . . .	108,96	50,00	2,18	36,13	0,676	73,66
Разливъ A	245,12	233,71	1,05	27,25	0,354	86,77
„ B	470,68	474,19	0,99	26,92	0,339	159,56

Правая пойма въ обѣихъ своихъ частяхъ покрыта лѣсомъ, почему расходъ въ нихъ уменьшаемъ на половину, и общій расходъ весеннихъ водъ составитъ:

$$Q = 73{,}66 + \frac{86{,}77 + 159{,}56}{2} = 196{,}82 \text{ куб. саж.}$$

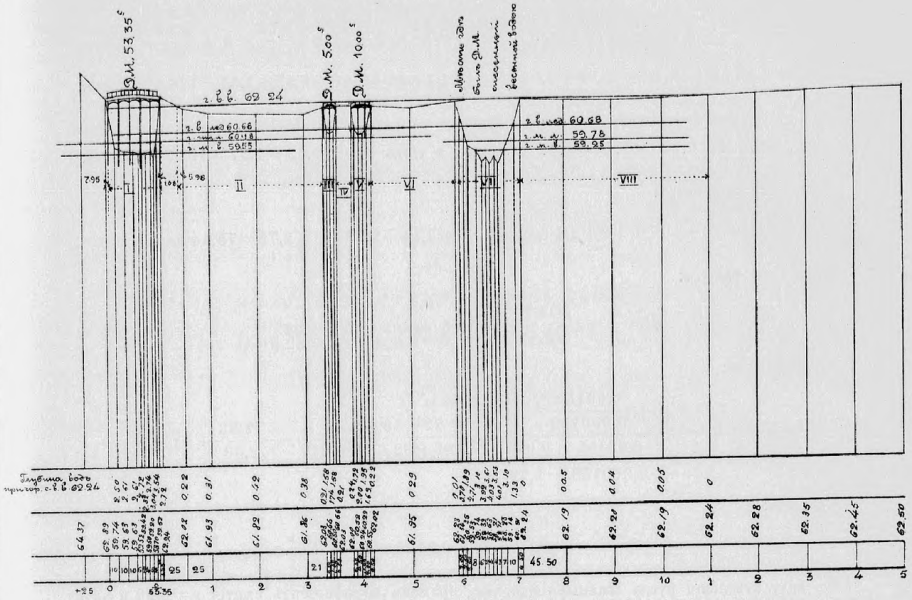
Такое же уменьшеніе расхода въ поймахъ принято въ утвержденномъ расчетѣ отверстія моста чрезъ р. Жиздру на 83 верстѣ Московско-Брянской ж. д.

Для повѣрки этого расхода имѣемъ данныя, добытыя на 250 саж. ниже оси нашего перехода. Въ этомъ мѣстѣ длина р. Жиздры пересѣчена дамбой почтоваго тракта, ведущаго въ г. Бѣлевъ; на главномъ руслѣ построенъ городской мостъ на сваяхъ, отверстіемъ 51,30 саж. и на разливѣ 3 также свайныхъ моста, изъ которыхъ первый отверстіемъ 5 саж. и второй—10 саж.; третій же мостъ вынесенъ весеннею водою и въ настоящее время не существуетъ; на его мѣстѣ образовался въ дамбѣ размывъ, отверстіемъ 56,50 пог. саж.

Сверхъ сего дамба на протяженіи около одной версты затопляется при самомъ высокомъ уровнѣ весеннихъ водъ, которыя возвышаются надъ ней слоемъ толщиною до 0,42 саж.

Живое сѣченіе рѣки Жиздры

по тракту изъ города Козельска въ городъ Бѣлевъ.



Пользуемся для опредѣленія расхода профилемъ, сдѣланнымъ по оси дамбы почтоваго тракта, и дѣлимъ живое сѣченіе на слѣдующіе элементы:

I. Главное русло, чрезъ которое устроенъ городской мостъ, шириною 51,03 саж.;

II. Часть поймы шириною 152,48 саж.;

III. Русло протока шириною 4 саж.;

IV. Часть поймы между двумя протоками, шириною 18,50 саж.;

V. Русло протока шириною 10,50 кв. саж.;

VI. Часть поймы шириною 93,50 саж.;

VII. Русло промытое въ дамбѣ шириною 56,50 саж.;

и VIII. Часть поймы шириною 195,5 саж.

Уклонъ $i = 0{,}000158$; $\sqrt{i} = 0{,}0126$.

Среднюю скорость въ каждомъ сѣченіи опредѣлимъ по формулѣ Дарси:

$$v = c\sqrt{Ri}$$

и коэффиціентъ c по формулѣ Гангилье и Куттера:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1{,}46 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}$$ въ саженяхъ.

Для частей живого сѣченія между протоками принимаемъ коэффиціентъ $n = 0{,}03$; для русел же примемъ $n = 0{,}025$.

По этимъ даннымъ опредѣляемъ гидравлическіе элементы каждой части живого сѣченія отдѣльно.

Русло I.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega=\frac{2,50}{2}\times 7,95+\frac{2,50+2,61}{2}\times 10+2,61\times 10+\frac{2,61+2,72}{2}\times 6+\frac{2,72+2,82}{2}\times 2+$$

$$+\frac{2,82+2,74}{2}\times 4+\frac{2,74+3,04}{2}\times 5+\frac{3,04+3,54}{2}\times 2+\frac{3,54+2,72}{2}\times 3+\frac{2,72}{2}\times 1,08=$$

$$=9,94+25,55+26,10+15,99+5,54+11,12+14,45+6,58+9,39+1,47=126,13 \text{ кв. саж.}$$

Изъ этого числа слѣдуетъ исключить площадь 4 свай толщ. 0,125 саж. и сред. длиною 2,75 саж., всего $4\times 0,125\times 2,75=1,37$ кв. саж., и тогда $\omega=126,13-1,37=124,76$ кв. саж.

Подводный периметръ:

$$p=8,33+10+10+6+2+4+5,01+2,06+3,11+2,93+8\times 2,75=75,44 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{\omega}{p}=\frac{124,76}{75,44}=1,65 \text{ саж.};\ \sqrt{R}=1,29.$$

Коэффиціентъ:

$$c=\frac{23+40+\frac{0,00155}{0,000158}}{1,46+\left(23+\frac{0,00155}{0,000158}\right)\frac{0,025}{1,29}}=\frac{23+40+9,63}{1,46+32,63\times 0,019}=\frac{72,63}{2,08}=34,91.$$

Скорость:

$$v=c\sqrt{Ri}=34,91\times 1,29\times 0,0126=0,567 \text{ саж.}$$

Въ виду стѣсненія русла свайными опорами, примемъ коэффиціентъ сжатія $\mu=0,90$ и тогда:

Расходъ $Q=124,76\times 0,567\times 0,9=63,67$ куб. саж.

Пойма II.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega=\frac{0,22}{2}\times 5,98+\frac{0,22+0,31}{2}\times 25+\frac{0,31+0,42}{2}\times 50+\frac{0,42+0,38}{2}\times 50+\frac{0,38+0,21}{2}\times 21,50=$$

$$=0,66+6,63+18,25+20+6,34=51,88 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=152,48.$$

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{51,88}{152,48}=0,34 \text{ саж.};\ \sqrt{R}=0,58;$$

$$c=\frac{23+33,33+\frac{0,00155}{0,000158}}{1,46+32,63\times\frac{0,03}{0,58}}=\frac{65,96}{1,46+1,69}=20,94;$$

$$v=20,94\times 0,58\times 0,0126=0,154 \text{ саж.};$$

$$Q=0,154\times 51,88=7,99 \text{ куб. саж.}$$

Русло III.

$$\omega=\frac{0,21+1,58}{2}\times 0,50+\frac{1,58+1,74}{2}\times 1,50+\frac{1,74+1,58}{2}\times 1,50+\frac{1,58+0,21}{2}\times 0,50=0,45+$$

$$+2,49+2,49+0,45=5,88 \text{ кв. саж.}$$

А за вычетомъ площади 3 свай $=3\times 0,125\times 1,75=0,66$ кв. саж.:

$$\omega=5,88-0,66=5,22 \text{ кв. саж.};$$

$$p=1,46+1,51+1,51+1,46+6\times 1,75=16,44 \text{ саж.};$$

$$R=\frac{5,22}{16,44}=0,31 \text{ саж.};\ \sqrt{R}=0,56;$$

$$c=\frac{72,63}{1,46+32,63\times\frac{0.025}{0,56}}=\frac{72,63}{1,46+1,49}=24,87;$$

$$v=c\sqrt{Ri}=24,87\times 0,56\times 0,0126=0,176 \text{ саж.};$$

$$Q=5,22\times 0,176\times 0,9=0,82 \text{ куб. саж.}$$

Пойма IV.

$$\omega=\frac{0,21+0,24}{2}\times 18,5=4,16 \text{ кв. саж.}$$

$$p=18,5;$$

$$R=\frac{4,16}{18,5}=0,225 \text{ саж.};\ \sqrt{R}=0,47;$$

$$c=\frac{65,96}{1,46+32,63\times\frac{0,03}{0,47}}=\frac{65,96}{1,46+2,08}=18,63;$$

$$v=18,63\times 0,47\times 0,0126=0,112;$$

$$Q=0,112\times 4,16=0,47 \text{ куб. саж.}$$

Русло V.

$$\omega=\frac{0,24+1,72}{2}\times 0,50+\frac{1,72+2,00}{2}\times 4,50+\frac{2,00+1,95}{2}\times 1+\frac{1,95+1,69}{2}\times 4+\frac{1,69+0,22}{2}\times$$

$$\times 0,5=0,49+8,37+1,97+7,28+0,48=18,59 \text{ кв. саж.}$$

А за вычетомъ площади 4 свай $4\times 0,125\times 1,50=0,75$ кв. саж.:

$$\omega=18,59-0,75=17,84 \text{ кв. саж.};$$

$$p=1,56+4,51+1+4,01+1,55+8\times 1,50=24,63 \text{ саж.}$$

$$R=\frac{17,84}{24,63}=0,73 \text{ саж.};\ \sqrt{R}=0,86;$$

$$c=\frac{72,63}{1,46+32,63\times\frac{0,025}{0,86}}=\frac{72,63}{1,46+0,95}=30,13;$$

$$v=c\sqrt{Ri}=30,13\times 0,86\times 0,0126=0,326 \text{ саж.};$$

$$Q=17,84\times 0,326\times 0,9=5,23 \text{ куб. саж.}$$

Пойма VI.

$$\omega=\frac{0,22+0,29}{2}\times 45,5+\frac{0,29+0,01}{2}\times 48=11,60+7,2=18,8 \text{ кв. саж.};$$

$p=93,5;$

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{11,60}{93,5}=0,124 \text{ саж.}; \sqrt{R}=0,35;$$

$$c=\frac{65,96}{1,46+32,63\times\frac{0,03}{0,35}}=\frac{65,96}{1,46+2,80}=15,48;$$

$$v=15,48\times 0,35\times 0,0126=0,068;$$

$$Q=0,068\times 18,8=1,29 \text{ куб. саж.}$$

Русло VII.

$$\omega=\frac{0,01+0,70}{2}\times 2+\frac{0,70+1,89}{2}\times 2,50=\frac{1,89+2,71}{2}\times 3,50+\frac{2,71+3,10}{2}\times 8+\frac{3,10+3,92}{2}\times$$
$$\times 6+\frac{3,92+3,61}{2}\times 2+\frac{3,61+4,03}{2}\times 4+\frac{4,03+3,53}{2}\times 4+\frac{3,53+4,01}{2}\times 3+$$
$$+\frac{4,01+3,10}{2}\times 7+\frac{3,10+1,33}{2}\times 10+\frac{1,33}{2}\times 4,50=0,71+3,24+8,05+23,24+21,06+$$
$$+7,53+15,28+15,12+11,31+24,89+22,15+2,99=155,57 \text{ кв. саж.}$$

$$p=2,11+2,77+3,59+8+6,06+2,02+4,04+4,03+3,04+7,06+10,15+4,69=57,56 \text{ саж.}$$

$$R=\frac{155,57}{57,56}=2,70 \text{ саж.}; \sqrt{R}=1,64;$$

$$c=\frac{72,63}{1,46+32,63\times\frac{0,025}{1,64}}=\frac{72,63}{1,46+0,50}=37,06;$$

$$v=c\sqrt{Ri}=37,06\times 1,64\times 0,0126=0,766;$$

$$Q=155,57\times 0,766=119,17 \text{ куб. саж.}$$

Пойма VIII.

$$\omega=\frac{0,05}{2}\times 45,50+\frac{0,05+0,04}{2}\times 50+\frac{0,04+0,05}{2}\times 50+\frac{0,05}{2}\times 50=1,14+2,25+2,75+1,25=$$
$$=6,89 \text{ кв. саж.}$$

$p=195,50;$

$$R=\frac{6,89}{195,5}=0,035 \text{ саж.}; \sqrt{R}=0,18;$$

$$c=\frac{65,96}{1,46+32,63\times\frac{0,03}{0,18}}=\frac{65,96}{1,46+5,44}=9,56;$$

$$v=9,56\times 0,18\times 0,0126=0,019 \text{ саж.}$$

$$Q=0,019\times 6,89=0,13 \text{ куб. саж.}$$

Полученные результаты изложены въ слѣдующей таблицѣ.

Таблица III.

Части живого сѣченія.	Площадь живого сѣченія ω кв. саж.	Подводный периметръ p саж.	Подводный радіусъ R саж.	Коэффиціентъ c	Средняя скорость v саж.	Расходъ воды Q куб. саж.
Главное русло I . . .	124,76	75,44	1,65	34,91	0,567	63,67
Разливъ II	51,88	152,48	0,34	20,94	0,154	7,99
Русло протока III . .	5,22	16,44	0,31	24,87	0,176	0,82
Разливъ IV	4,16	18,5	0,225	18,63	0,112	0,47
Русло протока V . . .	17,84	24,63	0,73	30,13	0,326	5,23
Разливъ VI	18,80	93,50	0,124	15,48	0,068	1,29
Русло протока VII . .	155,57	57,56	2,70	37,06	0,766	119,17
Разливъ VIII.	6,89	195.50	0,035	9,56	0,019	0,13
Итого . .	—	—	—	—	—	198,77

Расходъ этотъ очень близко подходитъ къ ранѣе опредѣленному, почему для расчета отверстія моста примемъ цифру 198,77∾200 куб. саж.

Отверстіе моста предполагается 70 саж. въ свѣту, и при постройкѣ имѣется въ виду разработать русло до уровня меженнихъ водъ.

Рабочая площадь живого сѣченія подъ мостомъ для пропуска высокихъ водъ равняется:

$$\omega=70(62,27-59,68)+\frac{0,70\times 0,35}{2}+\frac{0,35+0,38}{2}\times 10+\frac{0,38+0,35}{2}\times 4+0,35\times 4+$$
$$+\frac{0,35+0,03}{2}\times 5=188,88 \text{ кв. саж.}$$

При расходѣ 200 куб. саж. и средней допускаемой скорости, не превышающей скорости въ нестѣсненномъ руслѣ, т. е. 0,676 саж. (см. таблицу II), потребная площадь отверстія должна быть:

$$Q_1=\frac{Q}{\mu v}=\frac{200}{0,95\times 0,676}=\frac{200}{0,642}=311,53 \text{ кв. саж.}$$

Недостающія 311,53--188,88=122,65 кв. саж. образуются путемъ подмыва, глубина, котораго въ среднемъ составитъ $\frac{122,65}{70}=1,75$ саж.; при средней отмѣткѣ, равной 59,68—
$-1,75+\frac{7,58}{70}=58,04$, которая на 1,64 саж. ниже уровня меженнихъ водъ.

Разсматривая часть живого сѣченія рѣки между передними гранями устоевъ, находимъ, что:

Средняя глубина весеннихъ водъ на разсматриваемомъ участкѣ равна:

$$2,59+0,11=2,70 \text{ саж.}$$

Наибольшая глубина до размыва:

$$2,59+0,38=2,97 \text{ саж.}$$

Наименьшая глубина до размыва=2,59 саж.

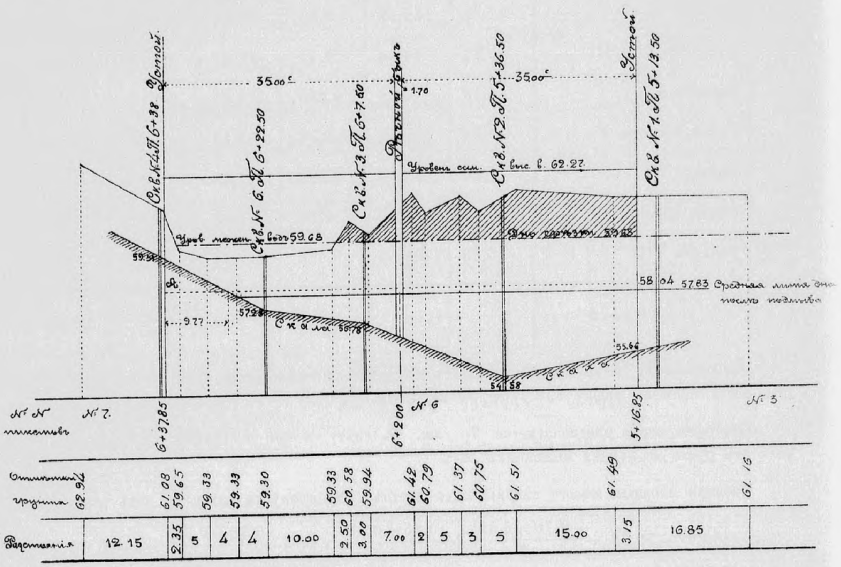
Отношеніе между наименьшею и среднею глубиною:

$$\frac{2,59}{2,70}=0,96.$$

Отношеніе между наибольшею и среднею глубиною:

$$\frac{2,97}{2,70}=1,1.$$

Средняя глубина весеннихъ водъ послѣ размыва $=62,27-58,04=4,23$, но такъ какъ часть грунта у лѣваго устоя, какъ это видно на чертежѣ живого сѣченія по оси моста,



неразмываема, то средняя глубина въ предѣлахъ размываемаго грунта увеличится на всю площадь выступающей скалы A, т. е. на $1,27\times 9,79=12,41$ кв. саж.

Эта площадь отвѣчаетъ глубинѣ $\frac{12,41}{70-9,77}=0,21$ саж. Такимъ образомъ средняя глубина весеннихъ водъ послѣ размыва будетъ $4,23+0,21=4,44$ саж., при отмѣткѣ $62,27-4,44=57,83$. Допуская, что найденное выше отношеніе глубинъ до размыва останется безъ измѣненія и послѣ онаго, найдемъ слѣдующія значенія:

Наибольшій подмывъ $4,44\times 1,1=4,88$ саж.; отмѣтка $62,27-4,88=57,39$.

Наименьшій подмывъ $4,44\times 0,96=4,26$ саж.; отмѣтка $62,27-4,26=58,01$.

Площадь бассейна р. Жиздры выше проектируемаго моста составляетъ 6060 кв. верстъ; для моста по министерскому циркуляру требуется площадь отверстіемъ $6060\times 0,03=181,80$ кв. саж., т. е. на 7 кв. саж. менѣе рабочей площади подъ мостомъ до размыва, что и съ этой точки зрѣнія указываетъ на достаточность отверстія.

ПОВѢРКА УСТОЙЧИВОСТИ УСТОЕВЪ.

Устои состоятъ изъ: 1) берегового быка; 2) подпорной стѣнки, поддерживающей насыпь; 3) поперечной стѣнки, заграждающей проходъ высокимъ водамъ между береговымъ быкомъ и откосомъ насыпи, и 4) пятисаженнаго моста, перекрывающаго пространство между береговымъ быкомъ и подпорною стѣнкою.

Поперечная стѣнка раздѣлена вертикальною щелью на двѣ части, изъ которыхъ одна часть составляетъ одно цѣлое съ подпорною стѣнкою и играетъ роль ея наружнаго контрфорса, другая же можетъ быть разсматриваема какъ внутренній контрфорсъ берегового быка.

I. Повѣрка устойчивости Данковской подпорной стѣнки.

Высота временной нагрузки (поѣзда), приведенной къ матеріалу насыпи:

$$h=\frac{763\times 4}{\left(\frac{13}{7}+0,20\right)\times(1,25+0,20)\times 1000}=1,02 \text{ саж.}$$

Къ этой высотѣ надо прибавить толщину балластнаго слоя надъ бровкою полотна 0,24 саж. и подъ рельсомъ 0,20 саж.:

$$h_0=1,02+0,24=1,26 \text{ саж.}$$

По ширинѣ стѣнки временная нагрузка дѣйствуетъ на протяженіи:

$$1,25+0,20=1,45 \text{ саж.}$$

Полный напоръ земли Q_0 составляется изъ напора Q_1, дѣйствующаго съ участіемъ временной нагрузки на протяженіи 1,45 саж. и напоръ Q_2, дѣйствующаго на остальной ширинѣ подпорной стѣнки $2,20-1,45=0,75$ саж.

Напоръ $Q_1=\frac{1,45\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H(H+2h_0)$,

гдѣ: $\gamma=1000$ пуд.; $\varphi=30^0$ (насыпного грунта); $h_0=1,26$;

$$45^0-\frac{\varphi}{2}=30^0;\ \frac{\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=166,67.$$

Слѣдовательно напоръ:

$$Q_1=1,45\times 166,67H(H+2,52)=241,67H(H+2,52).$$

Напоръ $Q_2=0,75\times 166,67H^2=125,00H^2$.

Полный напоръ на стѣнку $Q_0=Q_1+Q_2=H(366,67H+609)$.

Плечо напора Q_1: $q_1=\frac{H(H+3,78)}{3(H+2,52)}$.

Моментъ напора $Q_1q_1=\frac{241,67H^2(H+3,78)}{3}$.

Моментъ напора $Q_2q_2=\frac{125H^3}{3}$.

Моментъ напора $Q_0q_0=Q_1q_1+Q_2q_2=\frac{H^2}{3}(366,67H+913,51)$.

Подставляя вмѣсто H высоту насыпи надъ обрѣзомъ фундамента $=7,13$ саж., получимъ, что напоръ земли на подпорную стѣнку со стороны насыпи:

$$Q_0=7,13(366,67\times 7,13+609)=22982 \text{ пуд.}$$

Моментъ:

$$Q_0q_0=\frac{7,13^2}{3}(366,67\times 7,13+913,51)=59782 \text{ пудо-саж.}$$

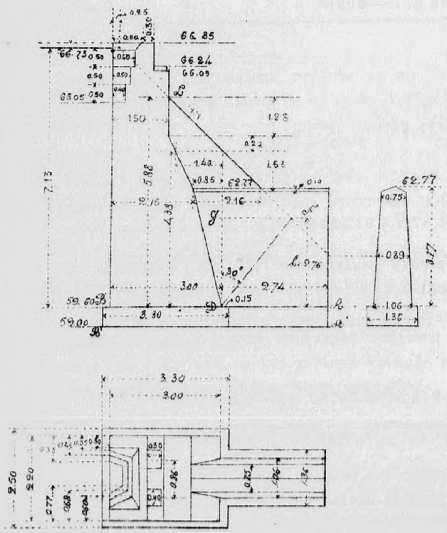
Плечо $q_0=\frac{Q_0q_0}{Q_0}=\frac{59782}{22982}=2,60$ саж.

Опредѣлимъ коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A (см. черт. 1) не принимая въ расчетъ давленіе конуса на лицевую плоскость стѣнки, при чемъ предполагаемъ, что временная нагрузка занимаетъ лишь насыпь за заднею гранью стѣнки.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку и ихъ моменты относительно ребра A:

	Пуды.	Пудо-саж.
1. Вѣсъ земли, заполняющей заднюю пустоту въ подпорной стѣнкѣ между отмѣтками 66,82 и 65,02:		
а) Между отмѣтками 66,85 и 66,55 вѣсъ земли:		
$1000\times\left(1{,}60\times0{,}80+\frac{1{,}00+1{,}50}{2}\times0{,}60\right)\times\frac{0{,}30}{2}=0{,}305\times1000=$	305	
Моментъ $305\times(5{,}74-0{,}33)=3{,}05\times5{,}41=$	—	1650
б) Между отмѣтками 66,55 и 66,05 вѣсъ земли:		
$1000\times\frac{1{,}00+1{,}50}{2}\times0{,}60\times0{,}50=1000\times0{,}375=$	375	
Моментъ $375(5{,}74-0{,}28)=375\times5{,}46=$	—	2048
в) Между отмѣтками 66,05 и 65,55:		
$1000\times\frac{0{,}84+1{,}30}{2}\times0{,}50=1000\times0{,}267=$	267	
Моментъ $267+(5{,}74-0{,}23)=267\times5{,}51=$	—	1471
г) Между отмѣтками 65,55 и 65,05 вѣсъ земли:		
$1000\times\frac{0{,}66+1{,}10}{2}\times0{,}40\times0{,}50=0{,}176\times1000=$	176	
Моментъ $176\times5{,}74-0{,}18)=176\times5{,}56=$	—	979
2. Вѣсъ кладки между отмѣтками 66,82 и 64,20:		
$1300[2{,}20(2{,}62\times1{,}50-0{,}40\times0{,}73)-(0{,}305+0{,}375+0{,}267+$ $+0{,}176)]=1300\times6{,}881=$	8945	
Моментъ $1300[2{,}20(2{,}62\times1{,}50\times4{,}99-0{,}40\times0{,}73\times444)-(1{,}650+$ $+2{,}048+1{,}471+0{,}979)]=1300[2{,}20\times(19{,}601-1{,}296)-$ $-6{,}148)]=1300\times34{,}343=$	—	44646
3. Вѣсъ кладки между отмѣтками 64,20 и 62,77:		
$1300\times2{,}20\left(1{,}50\times1{,}43+\right.$ $\left.+\frac{0{,}65\times1{,}43}{2}\right)=1300\times$ $\times2{,}20\times(2{,}145+0{,}465)=$	7465	
Моментъ:		
$1300\times2{,}20\,(2{,}145\times4{,}49+$ $+0{,}465\times4{,}024)=$ . . .	—	35964
4. Вѣсъ кладки подпорной стѣнки между отмѣтками 62,77 и 59,60:		
$1300\times2{,}20\times\left(2{,}15\times3{,}17+\right.$ $\left.+\frac{0{,}85\times3{,}17}{2}\right)=1300\times$ $\times2{,}20\times(6{,}816+1{,}347)=$	23346	
Моментъ:		
$1300\times2{,}20\times(6{,}816\times$ $\times4{,}665+1{,}347\times3{,}307)=$	—	103681

Черт. 1.



	Пуды.	Пудо-саж.
5. Вѣсъ кладки поперечной стѣнки между отмѣтками 62,77 и 59,60:		
$1300\left(0{,}75\times0{,}05\times3{,}59+\frac{0{,}75+1{,}06}{2}\times3{,}07\times2{,}74+\frac{0{,}75+1{,}06}{2}\times\right.$ $\left.\times3{,}07\times\frac{0{,}85}{2}\right)=1300(0{,}134+7{,}613+1{,}180)=$	11605	
Моментъ $1300(0{,}134\times1{,}80+7{,}613\times1{,}370+1{,}180\times3{,}023)=1300\times$ $\times14{,}131=$	—	18370
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $V_0=$	52484	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра A . . . . . $V_0p_0=$	—	208809

Плечо равнодѣйствующей:

$$p_0=\frac{V_0p_0}{V_0}=\frac{208809}{52484}=3{,}98 \text{ саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m=\frac{V_0p_0}{Q_0q_0}=\frac{208809}{59782}=3{,}49;$$

2) на скольженіе въ плоскости фундамента;

$$m_1=\frac{fV_0}{Q_0}=\frac{0{,}70\times52484}{22982}=\frac{36739}{22982}=1{,}60.$$

Опредѣлимъ теперь коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки на вращеніе около ребра A и на скольженіе въ плоскости фундамента AB, принимая во вниманіе напоръ конуса на лицевую плоскость стѣнки и вѣсъ половины пролета 5-ти саженнаго моста.

При вычисленіи напора конуса будемъ принимать во вниманіе только его нижнюю часть, ограниченную сверху горизонтальною плоскостью, проходящею чрезъ F ребро пересѣченія поверхности конуса съ плоскостью обрушенія земляной призмы GFD:

Напоръ конуса $Q_3=\frac{Б\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)h^2$,

гдѣ: $\gamma=1000$ пуд.; ширина стѣнки, подверженной напору конуса:

$$Б=2{,}20-\frac{0{,}75+1{,}06}{2}=1{,}30 \text{ саж.};\ 45^0-\frac{\varphi}{2}=30^0,$$

высота нижней части конуса, напоръ котораго опредѣляемъ:

$$h=\frac{4{,}38}{1+tg30^2}=2{,}76 \text{ саж.}$$

Подставляя всѣ величины въ вышеозначенную формулу, получимъ:

$$Q_3=\frac{1300}{2}\,tg^2(30^0)\times2{,}76^2=1650 \text{ пуд.}$$

Плечо напора Q_3 относительно точки A:

$$q_3=\frac{h}{3}=\frac{2{,}76}{2}=0{,}92 \text{ саж.}$$

Моментъ $Q_3q_3=1650\times0{,}92=1518$ пудо-саж.

Равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на стѣнку выше обрѣза фундамента:

$$Q_0'=Q_0-Q_3=22982-1650=21332 \text{ пуд.}$$

Моментъ равнодѣйствующей Q_0' относительно ребра A:

$$Q_0'q_0' = Q_0q_0 - Q_3q_3 = 59782 - 1518 = 58264 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо Q_0' относительно ребра A равно:

$$q_0' = \frac{58264}{21332} = 2{,}73 \text{ саж.}$$

Вѣсъ земляной призмы $KLDK$, давящей на переднюю плоскость подпорной стѣнки, равенъ:

$$1000\left\{2{,}20 \times \left(\frac{1{,}28^2}{2} + \frac{1{,}28+1{,}40}{2} \times 0{,}22 + \frac{1{,}40+0{,}85}{2} \times 1{,}31\right) + \left(2{,}20 - \frac{0{,}75+1{,}06}{2}\right) \times \frac{0{,}85 \times 3{,}07}{2}\right\} = 1000\,[2{,}20 \times (0{,}819 + 0{,}295 + 1{,}474) + 1{,}696] = \ldots\ldots \text{ 7390 пуд.}$$

Моментъ призмы $KLDK$ относительно ребра A равенъ:

$$1000\,[2{,}20\,(0{,}819 \times 4{,}06 + 0{,}295 \times 3{,}59 + 1{,}474 \times 3{,}84) + 1{,}696 \times 3{,}02] = 1000[2{,}20 \times (3{,}327 + 1{,}059 + 5{,}660) + 5{,}122] = \ldots\ldots \text{ 27223 пудо-саж.}$$

Вѣсъ земли, давящей на быковыя поверхности поперечной стѣнки, равенъ:

$$1000 \times \left((1{,}06 - 0{,}75) \times 3{,}07 \times \frac{1{,}31}{2} + \frac{1}{4}(0{,}31 \times 3{,}07 + 0{,}17 \times 1{,}73) \times 1{,}34\right) = 1000(0{,}624 + 0{,}417) = \ldots\ldots \text{ 1041 пуд.}$$

Моментъ $1000(0{,}624 \times 2{,}00 + 0{,}417 \times 0{,}73) = \ldots\ldots$ 1552 пудо-саж.

Вѣсъ половины пролета 5-ти саж. моста вмѣстѣ съ временною нагрузкою равенъ:

$$380 + \frac{5{,}30 \times 7 \times 150}{2} = \ldots\ldots \text{ 3162 пуд.}$$

Моментъ относительно ребра A равенъ $3162 \times 4{,}49 = \ldots\ldots$ 14197 пудо-саж.

Вѣсъ временной нагрузки, расположенной на подпорной стѣнкѣ, равенъ:

$$1000 \times 1{,}26 \times 1{,}45 \times 1{,}10 = \ldots\ldots \text{ 2010 пуд.}$$

Моментъ относительно ребра A равенъ $2010 \times 5{,}19 = \ldots\ldots$ 10432 пудо-саж.

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку выше фундамента, равна:

$$V_0' = 52484 + 7390 + 1041 + 3162 + 2010 = \ldots\ldots \text{ 66087 пудо-саж.}$$

Моментъ силы V_0' относительно ребра A равенъ:

$$V_0'p_0' = 208809 + 27223 + 1552 + 14197 + 10432 = \ldots\ldots \text{ 262213 пудо-саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей V_0' относительно ребра A равно:

$$p_0' = \frac{V_0'p_0'}{V_0'} = \frac{262213}{66087} = 3{,}97 \text{ саж.}$$

Принимая во вниманіе всѣ силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку, получимъ коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m' = \frac{V_0'p_0'}{Q_0'q_0'} = \frac{262213}{58264} = 4{,}50;$$

2) на скольженіе въ плоскости фундамента AB:

$$m_1' = \frac{fV_0 + fP}{Q_0'},$$

гдѣ: $f = 0{,}70$; $V_0' = 66087$ пуд.; $f = tg(30^0) = 0{,}57$ вѣсъ земляного конуса, находящагося впереди плоскости DGK (см. черт. 1):

$$P = 1000 \times \frac{4{,}38^2}{2} \times \left(2{,}20 - \frac{0{,}75+1{,}06}{2}\right) = 8952 \text{ пуд.}; \quad Q_0' = 21332 \text{ пуд.};$$

$$m_1' = \frac{0{,}70 \times 66087 + 0{,}57 \times 8952}{21332} = 2{,}41.$$

Опредѣлимъ условія устойчивости подпорной стѣнки въ плоскости основанія $A'B'$ (черт. 1).

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку вмѣстѣ съ фундаментомъ и ихъ моменты относительно ребра A':

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $V_0' = \ldots\ldots$	66087	
Моментъ $V_0'p_0' = \ldots\ldots$	—	262213
2) Вѣсъ кладки фундамента:		
$1300 \times (3{,}30 \times 2{,}50 + 2{,}59 \times 1{,}36) \times 0{,}60 = \ldots\ldots$	9181	
Моментъ $780(8{,}25 \times 4{,}24 + 3{,}52 \times 1{,}295) = \ldots\ldots$	—	30840
3) Вѣсъ земли, давящей на задній обрѣзъ фундамента:		
$1000 \times 0{,}15 \times 7{,}13 \times 2{,}50 = \ldots\ldots$	2674	
Моментъ $2674 \times 5{,}815 = \ldots\ldots$	—	15549
4) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента:		
$1000 \times 0{,}30\left(0{,}25 \times 7{,}13 + 2{,}75 \times \frac{7{,}13+4{,}38}{2}\right) = 300 \times (1{,}782 + 15{,}826) = \ldots\ldots$	5282	
Моментъ $300 \times (1{,}782 \times 5{,}615 + 15{,}826 \times 4{,}225) = \ldots\ldots$	—	23061
5) Вѣсъ земли, давящей на передніе обрѣзы фундамента подпорной стѣнки:		
$1000 \times 0{,}15 \times (2{,}20 - 1{,}06) \times 4{,}30 = \ldots\ldots$	735	
Моментъ $2{,}665 \times 735 = \ldots\ldots$	—	1959
6) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента поперечной стѣнки:		
$1000 \times \frac{4{,}23+1{,}73}{2} \times 2{,}59 \times (1{,}36 - 1{,}06) = \ldots\ldots$	2315	
Моментъ $2235 \times \frac{2{,}59}{3} \times \frac{2 \times 4{,}23 + 1{,}73}{1{,}73 + 4{,}23} = 2315 \times 1{,}476 = \ldots\ldots$	—	3417
7) Вѣсъ земли, давящей сверху на поперечную стѣнку:		
$1000 \times \frac{1{,}31^2}{2} \times 1{,}06 = \ldots\ldots$	854	
Моментъ $854 \times (2{,}74 - 1{,}31) = 854 \times 2{,}30 = \ldots\ldots$	—	1964
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ $W = \ldots\ldots$	87128	
Моментъ равнодѣйствующей Wv относительно ребра $A' = \ldots\ldots$	—	339003

Плечо равнодѣйствующей:

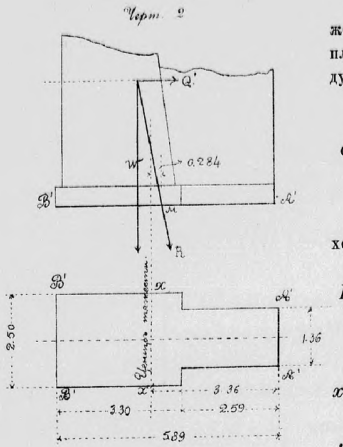
$$v = \frac{Wv}{W} = \frac{339003}{87128} = 3{,}891 \text{ саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A' равенъ:

$$m = \frac{Wv}{Q_1'(q_0' + 0{,}60)} = \frac{339003}{21332 \times 3{,}33} = \frac{339003}{71036} = 4{,}77.$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости основанія $A'B'$:

$$m_1 = \frac{f'(W+P)}{Q_0'} = \frac{0{,}57 \times (87128 + 8952)}{21332} = \frac{54766}{21332} = 2{,}57.$$



Величину коэффиціента m_1 мы получили въ предположеніи, что подпорная стѣнка можетъ свободно двигаться по плоскости основанія; на самомъ дѣлѣ этому движенію будутъ оказывать сопротивленіе сваи, забитыя подъ основаніе.

Площадь основанія равна:

$$\omega = 84^2\,(3{,}30\times 2{,}50 + 1{,}36\times 2{,}59) = 7056\times 11{,}77 = 83049 \text{ кв. дюймъ.}$$

Центръ тяжести фигуры основанія отъ ребра $A'A'$ находится въ разстояніи:

$$Б = \frac{3{,}30\times 2{,}50\times 4{,}24 + 1{,}36\times 2{,}59\times 1{,}295}{3{,}30\times 2{,}50 + 1{,}36\times 2{,}50} = \frac{39{,}538}{11{,}77} = 3{,}36.$$

Моментъ инерціи фигуры основанія относительно оси xx' равенъ:

$$J = \frac{5{,}89^3\times 2{,}50 - 1{,}14\times 2{,}59^3}{3} - 11{,}77\times 3{,}36^2 = 30{,}800.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ R пересѣкаетъ подошву подпорной стѣнки въ точкѣ M (см. черт. 2), отстоящей отъ ребра $A'A'$ въ разстояніи:

$$\beta = v - \frac{Q_0'(q_0'+0{,}60)}{W} = 3{,}891 - \frac{21332\times 3{,}33}{87128} = 3{,}891 - 0{,}815 = 3{,}076 \text{ саж.,}$$

а отъ центра тяжести площади основанія въ разстояніи:

$$a = Б - \beta = 3{,}36 - 3{,}076 = 0{,}284 \text{ саж.}$$

Среднее давленіе на грунтъ (подошву основанія стѣнки):

$$\sigma_0 = \frac{W}{\omega} = \frac{87128}{83049} = 1{,}05 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наименьшее давленіе на грунтъ около ребра $B'B'$ (черт. 2):

$$min\sigma = \sigma_0 - \frac{Mz}{J},$$

гдѣ: $M = Wa = 87128\times 0{,}284 = 24744$ пудо-саж.;

$z = 5{,}89 - 3{,}36 = 2{,}53$ саж.;

$$min\sigma = 1{,}05 - \frac{24744\times 2{,}53}{30{,}800\times 7056} = 1{,}05 - 0{,}29 = 0{,}76 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра $A'A'$ (черт. 2):

$$max\sigma = \sigma_0 + \frac{MБ}{J} = 1{,}05 + \frac{24744\times 3{,}36}{7056\times 30{,}800} = 1{,}05 + 0{,}38 = 1{,}43 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Такъ какъ наибольшее давленіе получилось больше предѣльнаго давленія, которое можно допустить на слабый наносный грунтъ, то подъ основаніе Данковской подпорной стѣнки забиваемъ 72 сваи $4^1/_2$ саж. длины и 6 верш. толщины на такую глубину, чтобы концы свай покоились на слоѣ камня, который залегаетъ ниже слоя наноснаго песка на отмѣткѣ 55,66. Давленіе на одну сваю составляетъ $\frac{87128}{72} = 1210$ пуд.

II. Повѣрка устойчивости Данковскаго берегового быка.

При повѣркѣ устойчивости берегового быка примемъ, что размывъ дна около Данковскаго устоя достигнетъ отмѣтки 58,00. Въ дѣйствительности дно размыва около Данковскаго устоя будетъ на отмѣткѣ 58,01 (см. опредѣленіе отверстія моста).

Полный напоръ конуса на береговой быкъ составляется изъ слѣдующихъ напоровъ (см. черт. 3) и ихъ моментовъ относительно ребра A:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Такъ какъ призма обрушенія KBA ничѣмъ не нагружена (давленіе отъ поперечной стѣнки передается на сваи), то напоръ ея (призмы KBA) на среднюю часть быка шириною 1,36 саж. равенъ: $Q_1 = \frac{1{,}36\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)H_0^2 = \frac{1360}{2}\,tg^2(30^0)\times 1{,}00 =$	227	
Моментъ $227\times\frac{1}{3} =$	—	76
2) Напоръ частей конуса $DdGg$ и $D'd'G'g'$ выше обрѣза фундамента на ширину быка $2\times 0{,}15 = 0{,}30$ равенъ: $Q_2 = \frac{0{,}30\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)(H^2 - H^2) = \frac{300}{2}\,tg^2(30^0)\,(3{,}31^2 - 1{,}91^2) =$	365	
Моментъ $365\times\left(1{,}60 + 3{,}31 - \frac{2(3{,}31^3 - 1{,}91^3)}{3(3{,}31^2 - 1{,}91^2)}\right) = 365\times 2{,}24 =$ . . .	—	818
3) Напоръ частей конуса $A_1FF'A_2$ и $A_2'F_0'F_0A_1'$ на ширину быка $2\times\times 0{,}75 = 1{,}50$ равенъ: $Q_3 = \frac{1{,}50\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)(H^2 - H_1^2) = \frac{1500}{2}\,tg^2(30^0)\,(7{,}93^2 - 4{,}58^2) =$	10477	
Моментъ $10477\times\left(7{,}93 - \frac{2(7{,}93^3 - 4{,}58^3)}{2(7{,}93^2 - 4{,}58^2)}\right) = 10477\times 1{,}53 =$	—	16030
4) Напоръ крайнихъ частей конуса, давящихъ на круглыя части быка: $Q_4 = \frac{1{,}07\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)[(H^2 - H_1^2) + (h^2 - h_1^2)] =$ $= \frac{1070}{2}\,tg^2(30^0)\,[(7{,}93^2 - 4{,}58^2) + (5{,}11^2 - 2{,}95^2)\,^{*)}] =$ $= \frac{1070}{2}\,(42{,}11 + 17{,}41) =$	10578	
Моментъ: $\frac{1070}{6}\left\{42{,}11\times\left(7{,}93 - \frac{2(7{,}93^3 - 4{,}58^3)}{3(7{,}93^2 - 4{,}58^2)}\right) + 17{,}41\left(5{,}11 - \frac{2(5{,}11^3 - 2{,}95^3)}{3(5{,}11^2 - 2{,}95^2)}\right)\right\} = \frac{1070}{6}\,(42{,}11\times 1{,}53 + 17{,}41\times\times 0{,}98) = \frac{1070}{6}\,(64{,}43 + 17{,}06) =$	—	14532
Равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ $Q =$	21647	
Моментъ относительно ребра A равенъ $Qq =$	—	31456

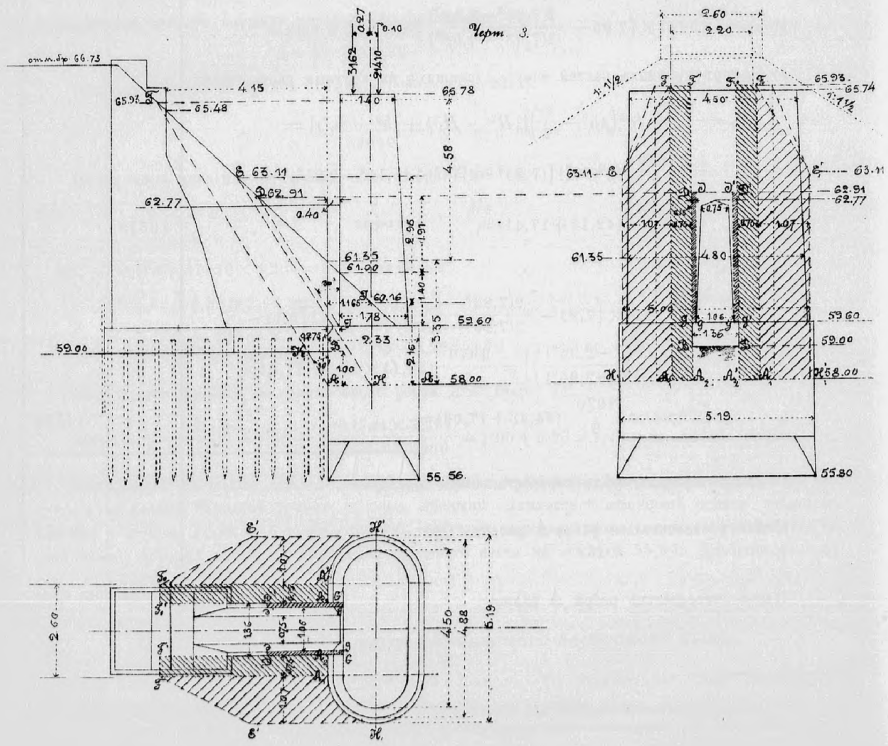
Плечо относительно ребра A равно:

$$q = \frac{Qq}{Q} = 1{,}453.$$

*) Въ дѣйствительности величины 5,11 и 2,95 будетъ меньше, такъ какъ точки J и E находятся на поверхности конуса, которая ниже поверхности откоса насыпи по оси моста.

Вертикальныя силы и ихъ моменты относительно ребра A:

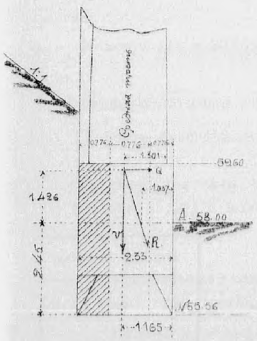
	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ кладки быка между отмѣтками 65,78 и 58,00:		
$1300\times\left\{\left(\frac{\pi\times1,40^2}{4}+3,10\times1,40+\frac{\pi\times1,78^2}{4}+3,10\times1,78\right)\times\right.$		
$\left.\times\frac{6,18}{2}+\left(\frac{\pi\times2,33^2}{4}+2,86\times2,33\right)\times1,60\right\}=$		
$=1300\left(\frac{5,879+8,006}{2}\times6,18+10,928\times1,60\right)=$		
$=1300(42,90+17,49)=1300\times60,39=$	78507	
Моментъ $78507\times1,165=$	—	91461
2) Вѣсъ части поперечной стѣнки, основанной на общемъ фундаментѣ съ береговымъ быкомъ:		
$1300\times\frac{0,75+1,06}{2}\times3,07\times\frac{0,275+0,40}{2}=1300\times0,94=$	1222	
Моментъ $1222\times2,16=$	—	2640



	Пуды.	Пудо-саж.
3) Вѣсъ половины пролета 5-ти саж. моста вмѣстѣ съ временною нагрузкою:		
$380\times\frac{5,30\times7\times150}{2}=$	3162	
Моментъ $3162\times1,435=$	—	4537
4) Вѣсъ половины 35-ти саженнаго пролета вмѣстѣ съ временною нагрузкою (см. пояснительная записка и расчетъ верхняго строенія моста пролетомъ 35 саж.):		
$2\times(6161+4544)=2\times10705=$	21410	
Моментъ $21410\times1,065=$	—	22802
5) Вѣсъ земли, давящей на задній обрѣзъ фундамента:		
$1000\times0,275\times(5,19-1,06)\times1,57=1000\times1,783=$	1783	
Моментъ $1783\times2,19=$	—	3905
6) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента:		
$1000\times(5,19-4,88)\times\frac{1,40^2}{2}=1000\times0,31\times0,98=1000\times$		
$\times0,304=$	304	
Тренія конуса о заднюю стѣнку быка:		
$Qtg(30^0)=21647\times0,57=$	12338	
Моментъ $12338\times2,33=$	—	28748
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $V=$	118726	
Моментъ равнодѣйствующихъ $Vv=$	—	154576

Плечо равнодѣйствующей относительно ребра A:

$$v=\frac{Vv}{V}=\frac{154576}{118726}=1,301 \text{ саж.}$$



Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ R пересѣкаетъ площадь горизонтальнаго сѣченія быка (на отмѣткѣ 58,00) въ точкѣ M (см. черт. 4), отстоящей отъ ребра A въ разстояніи:

$$Б=v-\frac{Qq}{V}=1,301-\frac{31456}{118726}=1,301-0,264=1,037 \text{ саж.},$$

которое больше $\frac{2,33}{3}=0,776$ саж.

Отсюда видно, что равнодѣйствующая R не выходитъ изъ средней трети фигуры горизонтальнаго сѣченія—подводной части быка на отмѣткѣ 58,00 и устойчивость быка въ этой плоскости вполнѣ обезпечена.

Приведемъ расчетъ устойчивости берегового быка въ плоскости ножа кессона (на отмѣткѣ 55,56).

Въ виду того, что быкъ погруженъ въ воду около 4 саж. ниже меженняго горизонта и въ этихъ условіяхъ вода будетъ оказывать существенное вліяніе на условія устойчивости быка, по-

этому въ нижеслѣдующемъ подсчетѣ введемъ эту силу и будемъ принимать слѣдующія величины, зависящія отъ присутствія воды:

1) вѣсъ одной куб. саж. воды $=600$ пуд.;

2) вѣсъ одной куб. саж. земли ниже меженняго горизонта $\gamma_1=400$ куб.;

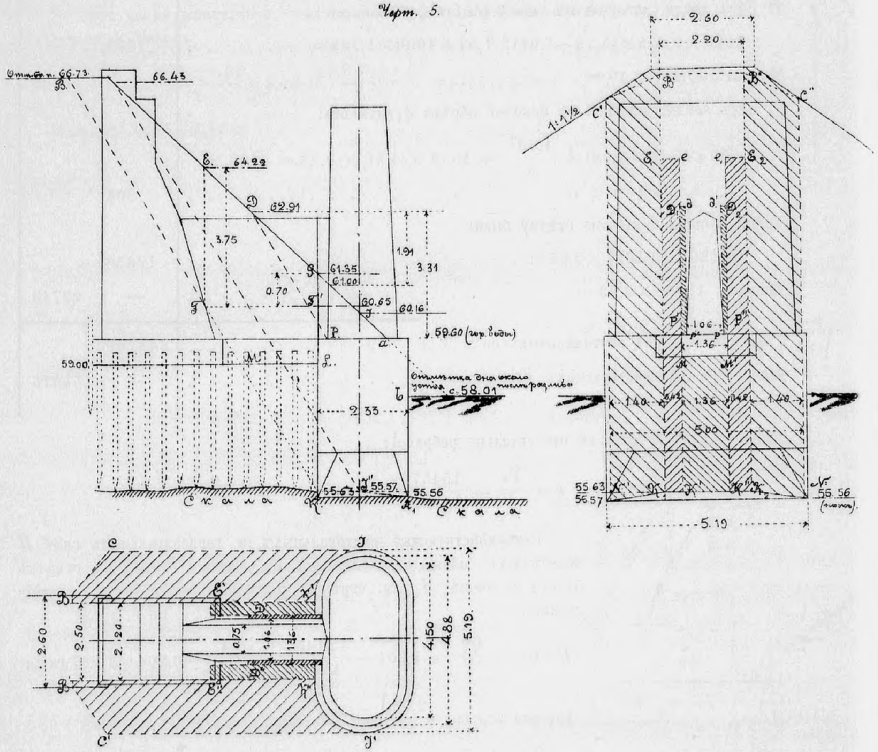
3) вѣсъ одной куб. саж. земляной призмы, верхняя часть которой находится выше воды, а нижняя часть ниже воды $\gamma_0=\frac{\gamma+\gamma_1}{2}=700$ пуд.

4) вѣсъ одной куб. саж. земли выше меженняго горизонта $\gamma=1000$ пуд.;

5) уголъ естественнаго откоса сырой насыпной земли (см. стр. 374 *Hütte* отъ 30^0 до 37^0) какъ и раньше $\varphi=30^0$.

Напоръ конуса на береговой быкъ составляется изъ слѣдующихъ частныхъ напоровъ (см. черт. 5) и ихъ моментовъ относительно ребра A.

Черт. 5.



	Пуды.	Пудо-саж.
1) Напоръ призмы обрушенія $MKL(MM'K''K')$: $Q_1=\frac{1,36\gamma_1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H_0^2=\frac{544}{2}\times tg^2(30^0)\times 3,37^2=$ $=\frac{272\times 11,357}{3}=$	1030	
Моментъ $1030\times\left(\frac{3,37}{3}+0,07\right)=1030\times 1,19=$	—	1226

	Пуды.	Пудо-саж.
2) Напоръ частей конуса выше обрѣза фундамента $D_1dP'p'$ и $d'D_2p''P''$: $Q_2=\frac{0,30\gamma}{2}tg^2(30^0)(3,31^2-1,91^2)=$	365	
Моментъ $365\times\left(4,04+3,31-\frac{2(3,31^3-1,91^3)}{3(3,31^2-1,91^2)}\right)=365\times 4,68=$ . . .	—	1708
3) Напоръ частей конуса $EFKF'G(K_1K'eE'$ и $K''K_2E_2e_1)$: $Q_3=\frac{0,84\gamma_0}{2}tg^2(30^0)5,02\,(5,02+3,75+0,70)=294\times\frac{5,02}{3}\times$ $\times 9,47=$	4659	
Моментъ $4659\times\left\{0,07+\frac{5,02\left(5,02+3\times\frac{3,75+0,70}{2}\right)}{3\left(5,02+2\times\frac{3,75+0,70}{2}\right)}\right\}=4659\times$ $\times(0,07+2,07)=$	—	9970
4) Напоръ крайнихъ частей конуса $BCGK(C'B'K'N$ и $B''C''NK_2)$: $Q_4=\frac{1,40\gamma_0}{2}tg^2(30^0)\left[(11,10^2-5,38^2)+(10,86^2-6,27^2)\right]=$ $=\frac{980}{6}(94,27+78,63)=$	28240	
Моментъ $\frac{980}{6}\left\{94,27\times\left(0,07+11,10-\frac{2(11,10^3-5,38^3)}{3(11,10^2-5,38^2)}\right)+\right.$ $\left.+78,63\left(0,01+10,86-\frac{2(10,86^3-6,27^3)}{3(10,86^2-6,27^2)}\right)\right\}=\frac{980}{6}(94,27\times$ $\times 2,60+78,63\times 2,09)=\frac{980\times 409,44}{6}=$	—	66875
Напоръ $Q_0=$	34294	
Моментъ относительно ребра A_1 равенъ $Q_0q_0=$	—	79779
Напору Q_0 противодѣйствуетъ давленіе призмы земли, находящейся впереди быка между отмѣтками 58,00 и 55,50, равное: $Q'=\frac{5,19\gamma_1}{2}tg^2(30^0)\times 2,45^2=\frac{2076\times 6,00}{6}=$	2076	
Моментъ $Q'q'=2076\times\frac{2,50}{3}=$	—	1730
Равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ $Q''=$	32218	
Моментъ равнодѣйствующей Q'' относительно ребра A' равенъ $Q''q''$ . .	—	78049

Вертикальныя силы, дѣйствующія на весь береговой быкъ съ фундаментомъ до ножа кессона (до отмѣтки 55,50) и моментъ относительно ребра A':

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вертикальныя силы, дѣйствующія на береговой быкъ, до отмѣтки 58,00 кромѣ силы тренія: $V=Qtg(30^0)=118726-12338=$	106388	
Моментъ: $Vv-Qtg(30^0)\times 2,33=154576-28748=$	—	125828

	Пуды.	Пудо-саж.
2) Вѣсъ кладки между отмѣтками 58,00 и 55,56:		
$1300\times10{,}928\times2{,}44=1300\times26{,}665=$	34665	
Моментъ $34665\times1{,}17=$	—	40558
3) Вѣсъ кессона=	2500	
Моментъ $2500\times1{,}17=$	—	2925
4) Величина тренія конуса о заднюю стѣнку быка:		
$Q_0 tg30^0=34294\times0{,}577=$	19788	
Моментъ$=19788\times2{,}33=$	—	46106
5) Къ вычету вѣсъ вытѣсненной воды подводною частью быка между отмѣтками 59,60 и 55,56:		
$600\times10{,}928\times4{,}04=$.	—26490	
Моментъ$-26490\times1{,}17=$	—	—30993
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $W=$	136851	
Моментъ равнодѣйствующей $Ws=$	—	184424

Плечо равнодѣйствующей W относительно ребра A' равно:

$$s=\frac{Ws}{W}=1{,}348.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія отъ ребра A_1 въ разстояніи равномъ:

$$\beta=s-\frac{Q''q''}{W}=1{,}348-\frac{78049}{136851}=1{,}348-0{,}570=0{,}778 \text{ саж.}>\frac{2{,}33}{3}=0{,}776 \text{ саж.}$$

Отсюда видно, что равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ не выходитъ изъ средней трети ширины кессона.

Среднее давленіе на грунтъ равно:

$$\sigma_0=\frac{W}{\omega}\frac{136851}{7056\left(\frac{\pi\times2{,}33^2}{4}+2{,}86\times2{,}33\right)}=\frac{136851}{7056\times10{,}93}=1{,}77 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Такъ какъ равнодѣйствующая заходитъ въ среднюю треть только на 0,002 саж., то наибольшее давленіе около ребра A_1 будетъ равно:

$$max\sigma=2\sigma_0=2\times1{,}77=3{,}54 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Давленіе это не выходитъ изъ предѣловъ безопаснаго давленія на скалистый грунтъ 3—5 пуд. на кв. дюймъ (см. стр. 28, II часть Строительной Механики Профессора Н. А. Бѣлелюбскаго, изданіе 1885 года).

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A_1:

$$m=\frac{Ws}{Q''q''}=\frac{184424}{78049}=2{,}36;$$

2) на скольженіе въ плоскости скалистаго основанія:

$$m_1=\frac{fW}{Q''}=\frac{0{,}70\times136851}{32218}=2{,}97.$$

Въ дѣйствительности коэффиціенты устойчивости будутъ меньше вычисленныхъ, такъ какъ при вычисленіи горизонтальныхъ силъ не приняли во вниманіе напора откоса abc (см. черт. 5), находящагося впереди быка.

III. Повѣрка устойчивости Смоленской подпорной стѣнки.

Горизонтальный напоръ насыпи, нагруженной сверху временной нагрузкой поѣзда, на подпорную стѣнку равенъ:

$$Q_0=H(366{,}67H+609).$$

Моментъ напора:

$$Q_0q_0=\frac{H^2}{3}(366{,}67H+912{,}51).$$

Подставляя вмѣсто H высоту насыпи надъ обрѣзомъ фундамента$=66{,}73-60{,}10=6{,}63$ саж., получимъ:

$$Q_0=6{,}63(366{,}67\times6{,}63+609)=20156 \text{ пуд.}$$

Моментъ $Q_0q_0=\frac{6{,}63^2}{3}(366{,}67\times6{,}63+913{,}51)=49008$ пудо-саж.

Плечо относительно плоскости обрѣзовъ фундамента:

$$q_0=\frac{Q_0q_0}{Q_0}\frac{49008}{20156}=2{,}431 \text{ саж.}$$

Опредѣлимъ коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A (см. черт. 6) не принимая въ расчетъ давленія конуса на лицевую плоскость стѣнки, при чемъ предполагаемъ, что временная нагрузка занимаетъ лишь насыпь за заднею гранью стѣнки.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку и ихъ моменты относительно ребра A:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ земли, заполняющей заднія пустоты въ подпорной стѣнкѣ между отмѣтками 66,82 и 65,02:		
$305+375+267+176=$.	1123	
Моментъ $305\times(3{,}70-0{,}33)+375\times(3{,}70-0{,}28)+267(3{,}70-0{,}23)+$ $+176(3{,}70-0{,}18)=1123\times3{,}43=$	—	3852
2) Вѣсъ каменной кладки между отмѣтками 66,82 и 64,20:		
$1300[2{,}20(2{,}62\times1{,}50-0{,}40\times0{,}73)-(0{,}305-0{,}375+0{,}267+$ $+0{,}176)]=1300[2{,}20(3{,}93-0{,}292)-1{,}123]=1300\times6{,}881=$	8945	
Моментъ $1300[2{,}20(3{,}93\times2{,}95-0{,}292\times2{,}40)-3{,}852]=$ $=1300[2{,}20(11{,}594-0{,}701)-3{,}852]=8945\times2{,}92=$. . . .	—	26120
3) Вѣсъ кладки между отмѣтками 64,20 и 60,10:		
$1300\times2{,}20\left(1{,}50\times4{,}10+\frac{2{,}20\times4{,}10}{2}\right)=1300\times2{,}20(6{,}15+$ $+4{,}51)=1300\times23{,}452=$	30488	
Моментъ $1300\times2{,}20(6{,}15\times2{,}95+4{,}51\times1{,}466)=30488\times2{,}322=$ . .	—	70793
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $V_0=$	40556	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра $A-V_0p_0=$	—	100765

Плечо равнодѣйствующей:

$$p_0=\frac{V_0p_0}{V_0}=\frac{100765}{40556}=2{,}485 \text{ саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m=\frac{V_0p_0}{Q_0q_0}=\frac{100765}{49008}=2{,}06;$$

2) на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_1=\frac{fV_0}{Q_0}=\frac{0{,}70\times40556}{20156}=\frac{28389}{20156}=1{,}41.$$

Опредѣлимъ теперь коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки на вращеніе около ребра A и на скольженіе въ плоскости фундамента AB, принимая во вниманіе напоръ конуса на лицевую плоскость стѣнки и вѣсъ половины пролета 5 саж. моста.

При вычисленіи напора конуса будемъ принимать во вниманіе только его нижнюю часть, ограниченную сверху горизонтальною плоскостью на отмѣткѣ 62,77.

Напоръ конуса:

$$Q_3=\frac{b\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)h^2=\frac{2200}{2}\,tg^2(30^0)\times2{,}67^2=2613 \text{ пуд.}$$

Плечо напора Q_3 относительно точки A:

$$q_3=\frac{h}{3}=\frac{2{,}67}{3}=0{,}89 \text{ саж.}$$

Моментъ $Q_3q_3=2613\times0{,}89=2326$ пудо-саж.

Моментъ равнодѣйствующей Q_0' относительно ребра A:

$$Q_0'q_0'=Q_0q_0-Q_3q_3=49008-2326=46682 \text{ пудо-саж.}$$

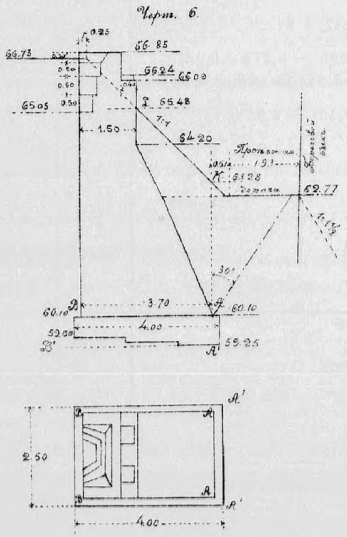
Равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на стѣнку выше обрѣза фундамента:

$$Q_0'=Q_0-Q_3=20156-2613=17543 \text{ пуд.}$$

Плечо Q_0' относительно ребра A равно:

$$q_0'=\frac{46682}{17543}=2{,}661 \text{ саж.}$$

Къ вычисленнымъ раньше вертикальнымъ силамъ и ихъ моментамъ относительно ребра A нужно еще прибавить слѣдующія силы и ихъ моменты относительно того же ребра A:



	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ призмы $AKLA$, давящей на переднюю плоскость подпорной стѣнки равенъ: $1000\times2{,}20\times\frac{1{,}28+3{,}18}{2}\times\times2{,}20=$	10793	
Моментъ $10793\times2{,}20\times\times\frac{2\times1{,}28+3{,}18}{1{,}28+3{,}18}=$ . .	—	10178
2) Вѣсъ половины пролета 5-ти саж. моста вмѣстѣ съ временною нагрузкою равенъ	3162	
Моментъ: $3162\times2{,}45=$ . . .	—	7747

	Пуды.	Пудо-саж.
3) Вѣсъ временной нагрузки, расположенной на подпорной стѣнкѣ, равенъ: $1000\times1{,}26\times1{,}45\times1{,}10=$	2010	
Моментъ $2010\times3{,}15=$	—	6331
Итого. . .	15965	24256

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку выше фундамента, равна:

$$V_0'=V_0+15965=40556+15965=56521 \text{ пуд.}$$

Моментъ силы V_0' относительно ребра A равенъ:

$$V_0'p_0'=V_0p_0+24256=100765+24256=125021 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей V_0' относительно ребра A равно:

$$p_0'=\frac{V_0'p_0'}{V_0'}=\frac{125021}{56521}=2{,}212 \text{ саж.}$$

Принимая во вниманіе всѣ силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку (кромѣ тренія земли по кладкѣ), получимъ коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m'=\frac{V_0'p_0'}{Q_0'q_0'}=\frac{125021}{46681}=2{,}68;$$

2) на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_1'=\frac{fV_0'+f'P}{Q_0},$$

гдѣ: $f=0{,}70$; $V_0'=56521$ пуд.; $f'=tg(30^0)=0{,}57$.

Вѣсъ земли, находящейся между вертикальною плоскостью KA и береговымъ быкомъ:

$$P=1000\times2{,}20\times1{,}44\times2{,}67=8459 \text{ пуд.}$$

$$m_1'=\frac{0{,}70\times56521+0{,}57\times8459}{17543}=\frac{44387}{17543}=2{,}53.$$

Опредѣлимъ условія устойчивости подпорной стѣнки въ плоскости основанія $A'B'$ (черт. 6).

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку вмѣстѣ съ фундаментомъ, и ихъ моменты относительно ребра A':

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Равнодѣйствующая $V_0'=$	56521	
Моментъ $56521\times2{,}362=$	—	133503
2) Вѣсъ кладки фундамента: $1300\times2{,}50(0{,}60\times4{,}00+2{,}67\times0{,}125+1{,}33\times0{,}125)=$ $=3250(2{,}40+0{,}334+0{,}167)=3250\times2{,}901=$	9428	
Моментъ $3250(2{,}40\times2{,}00+0{,}334\times1{,}33+0{,}167\times0{,}67)=$.	—	17407

	Пуды.	Пудо-саж.
3) Вѣсъ земли, давящей на обрѣзы фундамента: $1000\times0{,}15\times[2{,}50\times6{,}63+2{,}50\times3{,}10+2\times0{,}25\times6{,}63+3{,}45\times\times(6{,}63+3{,}18)]=150(16{,}575+7{,}750+3{,}315+33{,}845)=$ $=150\times61{,}485=$	9223	
Моментъ $150\left\{16{,}575\times3{,}925+7{,}750\times0{,}075+3{,}315\times3{,}725+\right.$ $\left.+33{,}845\times\left(0{,}15+\frac{3{,}45}{3}\times\frac{2\times6{,}63+3{,}18}{6{,}63+3{,}18}\right)\right\}=150(65{,}057+$ $+0{,}581+12{,}348+70{,}059)=150\times148{,}045=$	—	22207
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ $W=$	75172	
Моментъ равнодѣйствующей Wv относительно ребра $A'=$	—	173117

Плечо равнодѣйствующей:

$$v=\frac{Wv}{W}=\frac{173117}{75172}=2{,}302 \text{ саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A' равенъ:

$$m=\frac{Wv}{Q_0'(q_0'+0{,}85)}=\frac{173117}{17543\times3{,}511}=\frac{173117}{61593}=2{,}81;$$

2) на скольженіе въ плоскости основанія $A'B'$:

$$m_1=\frac{fW}{Q'}=\frac{0{,}70\times75172}{17543}=3{,}00,$$

гдѣ: $f=0{,}70$—коэффиціентъ тренія камня по камню, такъ какъ основаніе скалистое.

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія въ точкѣ, отстоящей отъ ребра $A'A'$ въ разстояніи:

$$\beta=v-\frac{Q_0'(q_0'+0{,}85)}{W}=2{,}302-\frac{17543\times3{,}511}{75172}=2{,}302-0{,}819=1{,}483,$$

что больше $\frac{4{,}00}{3}=1{,}333$ саж.

Слѣдовательно, равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ и вертикальныхъ силъ не выходитъ изъ средней трети основанія.

Среднее давленіе на грунтъ равно:

$$\sigma_0=\frac{W}{\omega}=\frac{75172}{7056\times2{,}50\times4{,}00}=\frac{75172}{70560}=1{,}065 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наименьшее давленіе на грунтъ около ребра $B'B'$:

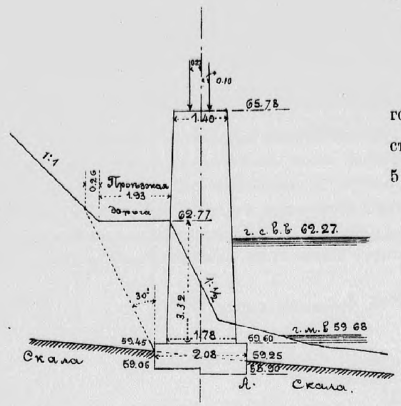
$$min\sigma=\sigma_0\left(1-\frac{6\times(2-1{,}483)}{4{,}00}\right)=1{,}065(1-0{,}775)=1{,}065\times0{,}225=0{,}240 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

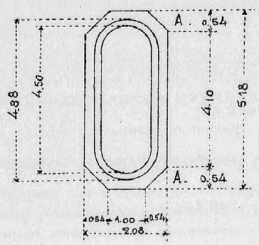
Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра $A'A'$:

$$max\sigma=\sigma_0\left(1+\frac{6\times(2-1{,}483)}{4{,}00}\right)=1{,}065\times1{,}775=1{,}901 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Давленіе это меньше допускаемаго на скалистый грунтъ.

Черт. 7.





IV. Повѣрка устойчивости Смоленскаго берегового быка.

При повѣркѣ устойчивости Смоленскаго берегового быка предположимъ, что подмывъ дна достигнетъ скалы, т. е. остановится на отмѣткѣ 59,25 (см. черт. 7).

Напоръ земли на быкъ равенъ:

$$Q_0=\frac{b\gamma}{3}\,tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)h^2=$$

$$=\frac{4{,}80\times1000+tg^2(30^0)\,(3{,}32)^2}{2}=$$

$$=8818 \text{ пуд.}$$

Плечо напора относительно ребра A равно:

$$q_0=(59{,}45-58{,}90)+\frac{h}{3}=0{,}55+$$

$$+\frac{3{,}32}{3}=1{,}656 \text{ саж.}$$

Моментъ напора относительно ребра A равенъ:

$$Q_0q_0=8818\times1{,}656=14603 \text{ пудо-саж.}$$

Вертикальныя силы, дѣйствующія на береговой быкъ и ихъ моменты относительно ребра AA:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ кладки между отмѣтками 65,78 и 59,60: $1300\left(\frac{\pi\times1{,}40^2}{4}+3{,}10\times1{,}40+\frac{\pi\times1{,}78^2}{4}+3{,}10\times1{,}78\right)\times6{,}18=$ $=1300\times42{,}90=$	55770	
Моментъ $55770\times1{,}04=$	—	58001
2) Вѣсъ фундамента: $1300[0{,}55\times(5{,}18\times2{,}08-2\times0{,}54^2)+0{,}15\times(5{,}18\times1{,}04-0{,}54^2)]=$ $=1300(5{,}605+0{,}764)=1300\times6{,}369=$	8280	
Моментъ $1300(5{,}605\times1{,}04+0{,}764\times0{,}53)=6{,}234\times1300=$	—	8104
3) Вѣсъ половины пролета 5 саж. моста вмѣстѣ съ временною нагрузкою=	3162	
Моментъ $3162\times(1{,}04+0{,}27)=3162\times1{,}31=$	—	4142
4) Вѣсъ половины 35 с. пролета вмѣстѣ съ временною нагрузкою= . .	21410	
Моментъ $21410\times(1{,}04-0{,}10)=21410\times0{,}94=$	—	20125

	Пуды.	Пудо-саж.
5) Вѣсъ земли, давящей на задній обрѣзъ фундамента:		
$1000\times0{,}15\times4{,}10\times3{,}17=1000\times1{,}95=$	1950	
Моментъ $1950\times(2{,}08-0{,}075)=1950\times2{,}005=$	—	3910
6) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента:		
$1000\times0{,}15\times3{,}17\times1{,}58=$	751	
Моментъ $751\times\left(2{,}08-0{,}15-\frac{1{,}58}{3}\right)=751\times1{,}40=$	—	1051
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $V=$	91323	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра A . . . . . $Vv=$	—	95333

Плечо равнодѣйствующей относительно ребра A:

$$v=\frac{Vv}{v}=\frac{95333}{91323}=1{,}043 \text{ саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра AA:

$$m=\frac{Vv}{Q_0q_0}=\frac{95333}{14603}=6{,}53;$$

2) на скольженіе въ плоскости грунта:

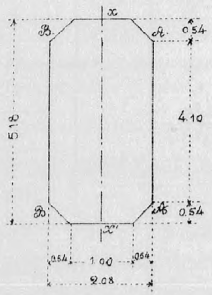
$$m'=\frac{fV}{Q_0}=\frac{0{,}70\times91323}{8818}=6{,}64.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія отъ ребра A въ разстояніи:

$$\beta=v-\frac{Q_0q_0}{V}=1{,}043-\frac{14603}{91323}=1{,}043-0{,}160=0{,}883 \text{ саж.}$$

Отюда видно, что равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ и вертикальныхъ силъ остается въ средней трети площади основанія.

Черт. 8



Площадь основанія равна:

$$\omega=84^2(5{,}18\times2{,}08-2\times0{,}54^2)=7056\times10{,}1912=$$
$$=71909 \text{ кв. дюймъ.}$$

Моментъ инерціи фигуры относительно оси xx', проходящей чрезъ центръ тяжести фигуры:

$$J=\frac{5{,}18\times2{,}08^3}{12}-\frac{0{,}54^4}{9}-2\times0{,}54^2\left(1{,}04-\frac{0{,}54}{3}\right)^2=$$
$$=3{,}444.$$

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0=\frac{V}{\omega}=\frac{91323}{71909}=1{,}27 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наименьшее давленіе на грунтъ около ребра BB:

$$min\sigma=\sigma_0-\frac{Mz}{J}=1{,}27-\frac{91323\times(1{,}04-0{,}883)\times1{,}04}{7056\times3{,}444}=1{,}27-0{,}61=0{,}66 \text{ пуд. на кв. дм.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ около наружнаго ребра AA:

$$max\sigma=\sigma_0+\frac{Mz}{J}=1{,}27+0{,}66=1{,}93 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Давленіе это можно допустить, такъ какъ основаніе будетъ заложено на скалистомъ грунтѣ.

Въ заключеніе мы должны оговориться. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ назначены по проекту подъ основаніе сваи, можетъ быть, послѣ болѣе подробныхъ изслѣдованій грунта на днѣ котловановъ, окажется, что сваи совершенно не нужны или невозможно ихъ забить, поэтому въ каждомъ частномъ случаѣ, при закладкѣ сооруженія слѣдуетъ производить повѣрочное буреніе на днѣ котлована, забивать пробныя сваи и сообразуясь съ величиною наибольшаго давленія на грунтъ и съ результатами окончательныхъ изслѣдованій грунта, назначать родъ основанія.

Главный Инженеръ *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Старшій Инженеръ *С. Ольшевскій.*

Копія съ копіи.

Утвердительная надпись къ плану перехода чрезъ р. Жиздру.

На подлинномъ написано:

Инженернымъ Совѣтомъ по журналу отъ 18 Февраля 1898 года № 58 постановлено:

I. Одобрить планъ общаго расположенія моста чрезъ р. **Жиздру** *на 250 вер. Данковъ-Смоленской линіи Общества Рязанско-Уральской ж. д. и признать достаточнымъ отверстіе означеннаго моста въ 70 с., съ раздѣленіемъ отверстія на два пролета, по 35 саж. въ каждомъ, съ тѣмъ чтобы:*

а) сдѣланы были въ мѣстѣ расположенія желѣзнодорожнаго моста и по оси тракта, идущаго изъ Козельска въ Бѣлевъ, повѣрочныя наблюденія надъ проходомъ весеннихъ водъ съ непосредственными измѣреніями скоростей теченія, какъ въ главномъ руслѣ, такъ и на поймахъ, и съ опредѣленіемъ направленія теченія весеннихъ водъ;

б) предположенная по проекту струенаправляющая дамба на правомъ берегу р. **Жиздры** *выше моста была продолжена до незаливаемаго весенними водами мѣста поймы, расположеннаго между 248 и 249 вер. ж. д. линіи;*

в) желѣзнодорожное полотно между пикетами №№ 15 и 21 было поднято не менѣе, какъ на 0,25 с. противъ высоты его, показанной въ проектѣ.

II. Предоставить Инспектору по сооруженію Данковъ-Смоленской линіи, по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ означенной линіи и въ зависимости отъ данныхъ, которыя будутъ получены при повѣрочныхъ наблюденіяхъ надъ проходомъ весеннихъ водъ, указанныхъ въ п. а ст. I сего постановленія, окончательно утвердить:

а) очертаніе и величину срѣзки берега до уровня меженнихъ водъ въ мѣстѣ расположенія моста;

б) планъ расположенія струенаправляющихъ сооруженій, устройство сихъ сооруженій, а равно способы укрѣпленія отъ подмывовъ, какъ струенаправляющихъ сооруженій, такъ и желѣзнодорожнаго полотна въ предѣлахъ разлива рѣки.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Мацѣевскій.

На копіи написано:

Вѣрно: За Дѣлопроизводителя Дилиронъ.

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Копія съ копіи.

Утвердительная надпись на проектѣ моста чрезъ р. Жиздру.

На подлинномъ написано:

Инженернымъ Совѣтомъ по журналу отъ 18 Февраля 1898 года № 58 постановлено:

III. Одобрить проектъ опоръ моста чрезъ р. ***Жиздру*** *на 250 верстѣ Данковъ-Смоленской линіи, съ тѣмъ, чтобы:*

а) въ правомъ (со стороны Данкова) устоѣ подошва подпорной и промежуточной стѣнокъ была заложена не менѣе, какъ на одну сажень ниже горизонта меженнихъ водъ, и, въ случаѣ выбора для сихъ частей устоя свайнаго основанія, было увеличено число свай подъ промежуточной стѣнкой, имѣя въ виду уменьшить давленіе на сваи и довести его, по возможности, до величины, не большей 1000 пуд. на сваю;

б) въ лѣвомъ (со стороны Смоленска) устоѣ была устроена промежуточная стѣнка по типу такой же стѣнки, проектированной для праваго устоя.

IV. Предоставить Инспектору по сооруженію Данковъ-Смоленской линіи, по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ означенной линіи и по ближайшемъ выясненіи свойствъ грунта и другихъ мѣстныхъ условій, окончательно утвердить:

а) способъ устройства основанія задней и промежуточной стѣнокъ праваго (со стороны Данкова) устоя и проектъ кессоновъ;

б) глубину заложенія кессоновъ и основанія лѣваго (со стороны Смоленска) устоя, при чемъ имѣть въ виду необходимость углубить ножъ кессоновъ не менѣе 0,50 саж. въ скалистый грунтъ и снять верхній слабый слой скалистаго грунта подъ основаніемъ лѣваго устоя.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Мацѣевскій.

На копіи написано:

Вѣрно: За Дѣлопроизводителя Деливронъ.

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КЪ ПРОЕКТУ ПУТЕПРОВОДА

у г. Сухиничи, въ мѣстѣ пересѣченія Данковъ-Смоленской линіи съ Московско-Брянской, на 116 вер. Московско-Брянской линіи и 278 вер. Данковъ-Смоленской линіи.

Согласно постановленія Комиссіи по обсужденію вопроса о пересѣченіи Данковъ-Смоленской линіи съ Московско-Брянской линіею на 116 верстѣ Московско-Брянской желѣзной дороги у города Сухиничи, въ мѣстѣ пересѣченія Московско-Брянской линіи съ Данковъ-Смоленской проектированъ путепроводъ для проведенія двухъ путей Московско-Брянской желѣзной дороги поверхъ двухъ путей Данковъ-Смоленской.

Фермы путепровода косыя; уголъ косины $61^0 10'$.

Расчетный пролетъ 7,43 саж.=52 фута; длина фермъ 53'4"; разстояніе между осями фермъ 2,43 саж.=17 фут.; разстояніе отъ подошвы рельса до низа фермы: на опорѣ—0,540 саж., по срединѣ пролета—0,551 саж.; разстояніе отъ подошвы рельса до верха подферменника 0,647 саж. (при поперечинахъ высотою 10").

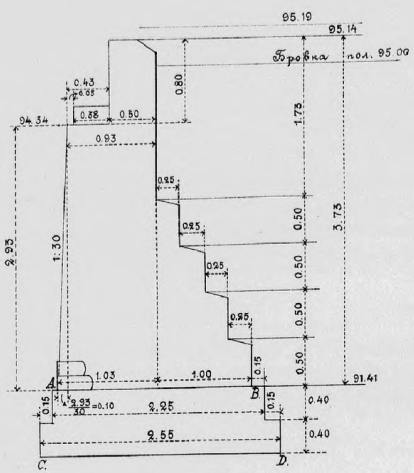
Путепроводъ располагается на уклонѣ 0,01; отмѣтка бровки Московско-Брянской линіи по оси путепровода на пик. № 156+9,77—95,00 въ условныхъ отмѣткахъ Московско-Брянской линіи или 91,75 въ условныхъ отмѣткахъ Данковъ-Смоленской линіи; такимъ образомъ отмѣтка верха головки рельса по оси путепровода на № 156+9,77 должна быть 91,75+0,19+0,06=92,00 (отмѣтка Данковъ-Смоленской линіи) (=95,25—отмѣтка Московско-Брянской линіи); при расчетномъ пролетѣ = 7,43 саж. отмѣтка головки рельса надъ подферменникомъ Брянскаго устоя $92{,}00 - \frac{7{,}43}{2} \times 0{,}01 = 91{,}963$, а надъ подферменникомъ Московскаго устоя 92,00+0,037= =92,037; разности отмѣтокъ предположено достичь, какъ соотвѣтственнымъ наклономъ фермы, такъ и соотвѣтственнымъ увеличеніемъ высоты поперечинъ отъ 10" до $12^1/_2$", т. е. увеличеніемъ ихъ высоты на 2,5 дюйма=0,03 саж. (см. схему расположенія поперечинъ), ферма устанавливается съ уклономъ 0,044; тогда отмѣтка низа фермы на *опорѣ Брянскаго устоя* 91,963— — 0,06 — 0,54 = 91,363 (отмѣтка Данковъ-Смоленской линіи) (=94,613—отмѣтка Московско-Брянской линіи); отмѣтка верха подферменника на *Брянскомъ устоѣ* 91,963—0,06—0,647= =91,256 или по отмѣткѣ Московско-Брянской линіи—94,506; отмѣтка низа фермы по *срединѣ пролета* $92{,}00 - 0{,}06 - 0{,}551 - \frac{0{,}03}{2} = 91{,}374$ или по отмѣткѣ Московско-Брянской 94,624; свободная высота подъ мостомъ, при отмѣткѣ головки рельса Данковъ-Смоленской линіи 88,76 составляетъ 91,374—88,76=2,614 саж., что больше 2,60 саж.—требуемаго по габариту подвижного состава; отмѣтка низа фермы *надъ опорой Московскаго устоя* 92,037—0,06—0,54—0,03= =91,407 или по отмѣткѣ Московско-Брянской 94,657; отмѣтка *верха подферменника на Московскомъ устоѣ* 92,037—0,06—0,647—0,03=91,300 или по отмѣткѣ Московско-Брянской 94,55.

Въ виду незначительной разницы въ высотахъ устоевъ (0,074 саж.) расчетъ устойчивости сдѣланъ для одного устоя, при чемъ высота его выбрана средней, т. е. при отмѣткѣ головки рельса 92,00 или по отмѣткѣ Московско-Брянской 95,25; тогда отмѣтка верха подферменника 92,00—0,06—0,647=91,293 или по отмѣткѣ Московско-Брянской 94,54. При этомъ повѣрка устойчивости въ виду большого разстоянія между контрфорсами (около 3 саж.), сдѣлана для одной погонной сажени передней стѣнки, сѣченіе которой взято по нормали къ лицевой грани устоя.

Повѣрка устойчивости устоевъ путепровода Московско-Брянской желѣзной дороги надъ Данковъ-Смоленской линіей.

А) Въ плоскости фундамента.

Вертикальныя силы.



1) Вѣсъ кладки погонной сажени передней стѣнки устоя между отм. 95,14 и 91,41:

$$1300\left(0{,}80\times0{,}50+\frac{1{,}03+0{,}93}{2}\times2{,}93+\right.$$
$$\left.+\left[1{,}00\times3{,}73-0{,}25(1{,}73+2{,}23+2{,}73+3{,}23)\right]\right)=1300\left[0{,}400+2{,}871+(3{,}73-2{,}48)\right]=1300(0{,}400+2{,}871+1{,}25)=1300\times4{,}521=5877{,}3 \text{ пуд.}$$

Моментъ:

$$1300\left\{0{,}400\times(0{,}43+0{,}10+0{,}25)+2{,}871\times\left(1{,}03-\frac{1{,}03+0{,}93}{2\times2}\right)+3{,}73\times(1{,}03+0{,}50)-\right.$$
$$-0{,}25\left(1{,}73\times1{,}03+\frac{0{,}25}{2}\right)+2{,}23\left(1{,}03+0{,}25+\frac{0{,}25}{2}\right)+2{,}73\left(1{,}03+0{,}25+0{,}25+\frac{0{,}25}{2}\right)+3{,}23\left(1{,}03+0{,}25+0{,}25+0{,}25+\frac{0{,}25}{2}\right)\Bigg\}=1300\,(0{,}312+1{,}550+5{,}707-3{,}950)=1300\times3{,}619=4704{,}7 \text{ пудо-саж.}$$

2) Вѣсъ земли, давящей на обрѣзы:

$$1000\times0{,}25(1{,}73+2{,}23+2{,}73+3{,}23)=1000\times2{,}48=2480 \text{ пуд.}$$

Моментъ:

$$1000\times3{,}950=3950 \text{ пудо-саж.}$$

3) Давленіе на подферменники (пояснительная записка косого балочнаго моста пролетомъ 7 саж.):

$$4\times2709=10836 \text{ пуд.}$$

На одну погонную сажень устоя при ширинѣ устоя 6,22 саж. приходится:

$$\frac{10836}{6{,}22}=1742{,}12 \text{ пуд.}$$

Плечо давленія относительно ребра A:

$$0{,}19+0{,}05+0{,}10=0{,}34.$$

Моментъ:

$$1742{,}12\times0{,}34=592{,}32 \text{ пуд.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ:

$$W=5877{,}3+2480+1742{,}12=10099{,}42 \text{ пуд.}$$

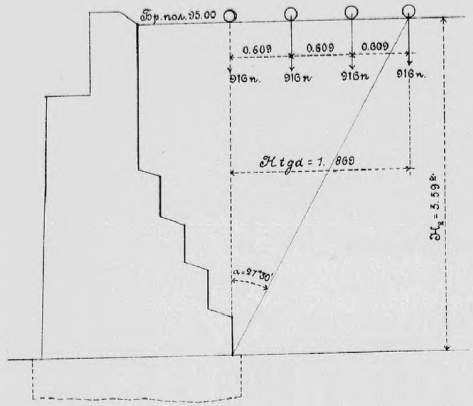
Моментъ равнодѣйствующей:

$$Ww=4704{,}7+3950+592{,}32=9247{,}02 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо ея относительно ребра A:

$$W=\frac{Ww}{W}=\frac{9247{,}02}{10099{,}42}=0{,}92 \text{ саж.}$$

Горизонтальныя силы.



Высота временной нагрузки, расположенной на насыпи позади устоя, приведенная къ матеріалу насыпи, считая ея дѣйствіе по всей ширинѣ устоя 6,22 саж., при углѣ естественнаго откоса земли $\varphi=35^0$, а углѣ обрушенія $\alpha=45-\frac{\varphi}{2}=27^0 30'$:

$$h=\frac{4\times2\times916}{1{,}869\times6{,}22\times1000}=\frac{73{,}28}{11625{,}18}=0{,}63.$$

Добавляя толщину балластнаго слоя, имѣемъ:

$$h_0=0{,}63+0{,}19=0{,}82 \text{ саж.}$$

Напоръ насыпи на одну погонную сажень устоя:

$$Q=\gamma\times\frac{1}{2}tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)H(H+2h_0)=1000\times0{,}136\times3{,}59(3{,}59+2\times0{,}82)=2553{,}54 \text{ пуд.}$$

Плечо напора относительно ребра A:

$$q=\frac{H}{3}\times\frac{H+3h_0}{H+2h_0}=\frac{3{,}59}{3}\times\frac{3{,}59+3\times0{,}82}{3{,}59+2\times0{,}82}=\frac{19{,}57}{14{,}49}=1{,}38 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$Qq=2553{,}54\times1{,}38=3523{,}89 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости:

1) На вращеніе около ребра A:

$$m_1=\frac{Ww}{Qq}=\frac{9247{,}02}{3523{,}89}=2{,}62.$$

2) На скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_2=\frac{fW}{Q}=\frac{0{,}70\times10099{,}42}{2553{,}54}=\frac{7069{,}59}{2553{,}54}=2{,}77.$$

В) Въ плоскости основанія.

Вертикальныя силы.

1) Вертикальная сила $W=10099{,}42$ пуд.

Плечо ея $0{,}92+0{,}07+0{,}15=1{,}14$ саж.

Моментъ:

$$10099{,}42\times1{,}14=11513{,}34 \text{ пудо-саж.}$$

2) Вѣсъ фундамента:

$$1300\times0{,}40(2{,}25+2{,}55)=1300\times0{,}40\times4{,}80=2496 \text{ пуд.}$$

Моментъ:

$$1300\times0{,}40\left\{2{,}25\times\left(0{,}15+\frac{2{,}25}{2}\right)+2{,}55\times\frac{2{,}55}{2}\right\}=1300\times0{,}40\times(2{,}25\times1{,}275+2{,}55\times1{,}275)=3182{,}40 \text{ пудо-саж.}$$

3) Вѣсъ земли, давящей на задніе обрѣзы фундамента:

$$1000\times0{,}15(3{,}73+4{,}13)=1179 \text{ пуд.}$$

Моментъ:

$$1000\times0,15(3,73\times2,325+4,13\times2,475)=1000\times0,15\times18,894=2834,1 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ:

$$W_0=10099,42+2496+1179=13774,42 \text{ пуд.}$$

Моментъ равнодѣйствующей:

$$W_0w_0=11513,34+3182,40+2834,10=17529,84 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо ея: $w_0=\frac{W_0w_0}{W_0}=\frac{17529,84}{13774,42}=1,27$ саж.

Напоръ земли $Q_0=Q=2553,54$ пуд.

Плечо его: $q_0=1,38+0,80=2,18$ саж.

Моментъ: $Q_0q_0=2553,54\times2,18=5566,72$ пудо-саж.

Коэффиціенты устойчивости:

1) На вращеніе около ребра C:

$$m_1=\frac{W_0w_0}{Q_0q_0}=\frac{17529,84}{5566,72}=3,15.$$

2) На скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_2=\frac{fW_0}{Q_0}=\frac{0,57\times13774,42}{2553,54}=\frac{7851,42}{2553,54}=3,07.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву фундамента въ точкѣ, отстоящей отъ ребра C въ разстояніи:

$$\beta=W_0-\frac{Q_0q_0}{W_0}=1,27-\frac{5566,72}{13774,42}=1,27-0,40=0,87 \text{ саж.},$$

что меньше $\frac{2,55}{3}=0,85$ саж.—трети основанія.

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0=\frac{W_0}{\omega}=\frac{13774,42}{2,55\times7056}=\frac{13774,42}{17992,80}=0,77\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Наибольшее у ребра C:

$$max\ \sigma_0=\sigma_0\left(1+\frac{6a}{CD}\right)=0,77\left(\frac{1+6(1,275-0,87)}{2,55}\right)=0,77(1+0,95)=1,5\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Наименьшее у ребра D:

$$min\sigma_0=\sigma_0\left(1-\frac{6a}{CD}\right)=0,77\,(1-0,95)=0,03\frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Составилъ Инженеръ И. Войцеховскій.

Къ проекту, утвержденному Департаментомъ ж. д. по докладу отъ 16 Сентября 1898 г. № 1567.

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ДЕГНУ

на 351 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
И РАСЧЕТЪ
моста отверстіемъ 7,00 саж. чрезъ рѣку ДЕГНУ,
на 351 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

Ось моста . . . . . пик. № 1049+25,00.

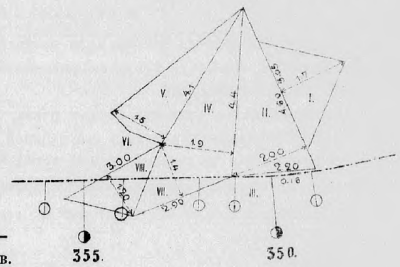
Высота насыпи . . . . . 4,65 саж.

Расчетъ отверстія.

ДАННЫЯ:

Площадь бассейна . . . . . 18,59 кв. вер.

I.	$1,7\times3,05\times1/2$	= 2,59
II.	$4,6\times2,00\times1/2$	= 4,60
III.	$2,2\times0,16\times1/2$	= 0,18
IV.	$4,4\times1,9\times1/2$	= 4,18
V.	$4,1\times1,5\times1/2$	= 3,075
VI.	$1,5\times0,18\times1/2$	= 0,135
VII.	$2,9\times1,4\times1/2$	= 2,03
VIII.	$3,00\times1,2\times1/2$	= 1,80
		18,59 кв. в.

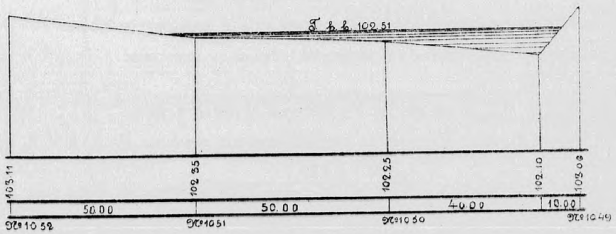


Длина бассейна. . . . . 4,60 вер.

Средній уклонъ водотока или лога отъ водораздѣла до сооруженія . . . . . $i_0=0,00043$.

Уклонъ на 100 саж. выше и ниже сооруженія . . . . . $i=0,0004$.

Поперечный профиль русла у сооружежія.



Наибольшій расходъ для даннаго живого источника по *Köstlin*'у:

$$Q=1,875\times\Omega\times L.$$

L — коэффиціентъ, опредѣленный по интерполяціи въ зависимости отъ длины бассейна по даннымъ № 1 и уменьшенный вдвое соотвѣтственно уклону i_0.

Общій видъ моста чрезъ р. Дегну,
на 351 верстѣ Данковъ-Смоленской линіи.

При длинѣ $S=3^1/_2$ вер. $L=0,375$.

„ „ $S=7$ „ $L=0,25$.

„ „ $S=4,6$ соотвѣтствуетъ коэффиціентъ:

$$L=0,375-\frac{0,125\times1,1}{3,5}=0,3357;$$

$$Q=1,875\times18,59\times0,3357\times{}^1/_2=5,85 \text{ куб. саж.}$$

Подбирая ощупью, при данныхъ бытовыхъ условіяхъ живого источника, горизонтъ притекающей воды, соотвѣтствующій найденному расходу, получимъ его при отмѣткѣ —102,51.

Дѣйствительно, площадь живого сѣченія:

$$\omega=\frac{10,53\times0,16}{2}+\frac{0,16+0,26}{2}\times50+\frac{0,26+0,41}{2}\times40+\frac{0,41\times4,27}{2}=25,62 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=10,53+50+40+4,29=104,82 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{\omega}{p}=\frac{25,62}{104,82}=0,244 \text{ саж.}$$

И средняя скорость, для земляного ложа, по *Bazin*'у $v=c\sqrt{Ri}$.

По таблицѣ № 2 *), для даннаго $R=0,244$ саж., находимъ $c=22,19$;

$$v=c\sqrt{Ri}=22,19\times\sqrt{0,244\times0,0004}=0,219 \text{ саж.}$$

Тогда расходъ:

$$\omega\times v=25,62\times0,219=5,61 \text{ куб. саж.}$$

Полученный расходъ весьма мало разнится отъ расхода, опредѣленнаго по *Kostlin*'у, а потому найденный горизонтъ притекающаго потока, соотвѣтствующій отмѣткѣ 102,51, можетъ быть принятъ за дѣйствительный.

Допуская далѣе, скорость по дну русла, стѣсненнаго сооруженіемъ, $W=10$ фут. $=1,43$ саж., при соотвѣтственномъ укрѣпленіи его двойной мостовой, будемъ имѣть среднюю скорость въ отверстіи сооруженія по таблицѣ № 3 *), $v_0=1,63$ саж., при чемъ v_0 будетъ больше $v=0,219$ саж.; тогда высота, соотвѣтствующая скорости притекающей воды:

$$k=\frac{v^2}{2g}=\frac{0,219^2}{9,20}=0,0052 \text{ саж.}$$

Подпоръ у сооруженія $h=\frac{v_0^2-v^2}{2g}=\frac{1,63^2-0,219^2}{9,20}=0,2836$ саж.

Наибольшая глубина потока по профилю $a=0,41$ саж.

Высота подпорнаго горизонта $H=a+h=0,6936$ саж., или отмѣтка его 102,79.

Отмѣтка низа фермы 106,11 и возвышеніе надъ подпорнымъ горизонтомъ:

$$106,11-102,79=3,32 \text{ саж.}$$

и проектная высота насыпи удовлетворяетъ конструкціи и возвышенію моста.

Отверстіе моста l опредѣлится изъ формулы неполнаго водослива:

$$l=\frac{Q}{\mu\sqrt{2g}\left[{}^2/_3\left[(h+k)^{3/2}-k^{3/2}\right]+a(h+k)^{1/2}\right]},$$

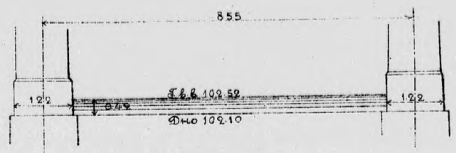
гдѣ: $\mu=0,90$, $2g=9,20$ саж. Подставляя соотвѣтствующія значенія Q, h, k и a, получимъ:

$$l=\frac{5,85}{2,73\times0,3235}=6,63 \text{ саж.}$$

Рѣка Дегна беретъ начало изъ озера „Бездона", лежащаго выше пересѣченія на 2 вер. 350 саж. Въ виду того, что весною ледъ изъ озера „Бездона" идетъ по рѣкѣ, при переходѣ чрезъ р. Дегну предполагается поставить желѣзный мостъ, перекрытый 7,00-ми саж. фермой на каменныхъ быкахъ; быки соединить съ насыпью деревянными эстокадами съ пролетами 1,33 и 2,66 саж. утвержденнаго типа.

*) *Бланкъ расчета отверстія мостовъ.*

Живое сѣченіе рѣки подъ мостомъ.



Отверстіе моста $L=7,855-1,22=6,635$ саж. $>l$.

Опоры.

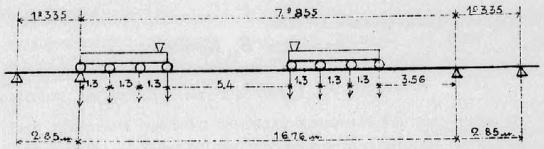
На основаніи результатовъ буренія представлено на чертежѣ общаго вида моста расположеніе грунтовъ въ руслѣ р. Дегны. Быки предполагается основать на слоѣ камня, толщиною до 0,68 саж., залегающемъ надъ синей глиной. Подошва основанія:

Смоленскаго быка назначается на отмѣткѣ . . . . . 100,30.

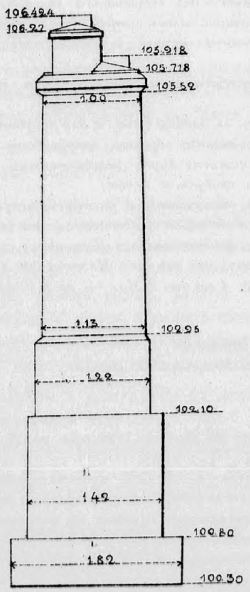
Данковскаго „ „ „ „ . . . . . 100,40.

Нагрузку быка составляютъ 1) давленіе поѣзда, находящагося на мосту.

Реакція промежуточной опоры A пріобрѣтаетъ наибольшее значеніе при расположеніи поѣзда, представленномъ на схематическомъ чертежѣ:



$$A=(792+120\times3,56)\frac{1}{16,76}=\frac{1217,2}{16,76}=72,625 \text{ тн.}=4433 \text{ пуд.}$$



2) Вѣсъ полотна (поперечины, рельсы, настилъ), считая по 80 пуд. на пог. саж.

$$80\times\frac{1,335+7,855}{2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad = 368,4 \text{ пуд.}$$

3) Вѣсъ верхняго строенія:

а) вѣсъ прогоновъ $100\times1,335\times{}^1/_2=$ 66,75 „

б) вѣсъ фермы съ опорами:

$^1/_2\times1012,49$ . . . . . $=506,25$ „

4) Вѣсъ быка:

Объемъ Данковскаго быка:

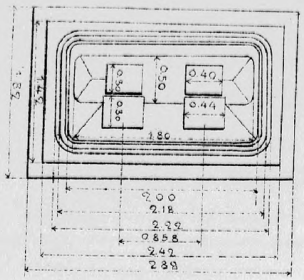
$+h0,15\times0,40\times0,30\times2$ . . . . $=$ 0,036 кб.с.

$+0,552\times0,50\times1,00$ . . . . . $=$ 0,497 „ „

$+0,27\times0,30\times0,44\times2$ . . . . $=$ 0,071 „ „

$+{}^1/_3(1,00\times2,00+1,13\times2,13+$
$+\sqrt{1,00\times2,00\times1,13\times2,13})\times2,57$. $=$ 6,317 „ „

$+{}^1/_3(1,13\times2,13+1,22\times2,22+$
$+\sqrt{1,13\times2,13\times1,22\times2,22})\times0,05$. $=$ 0,194 „ „



$-\pi\times0{,}15^2\times2{,}62$ . . . . . = 0,183 кб. с.

$+0{,}80(1{,}22\times2{,}22-\pi\times0{,}20^2)$ . . = 2,066 „ „

$+1{,}30\times1{,}42\times2{,}42$. . . . . = 4,469 „ „

$+0{,}50\times1{,}82\times2{,}82$. . . . . = 2,567 „ „

$v=$ 16,400 кб. с.

Вѣсъ быка $16{,}400\times1300$ . . . . = 21320 пуд.

Полное давленіе на основаніе быка Q . . . . . =26694,40 пуд.

Площадь основанія быка $\Omega=1{,}82\times2{,}82=5{,}132$ кв. саж.

Давленіе на 1 кв. саж. $\Delta=\frac{Q}{\Omega}=\frac{26694{,}4}{5{,}132}=5396$ пуд.

или на 1 кв. дм. $\Delta'=\frac{\Delta}{7056}=0{,}764$ пуд.,

что значительно менѣе допускаемаго для каменистаго грунта.

За Главнаго Инженера *А. Мурзо.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Б. Беккеръ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

Утвержденъ Департаментомъ желѣзныхъ дорогъ по докладу отъ 16 Сентября 1898 года № 1567 со слѣдующими условіями:

1) во избѣжаніе устройства углубленій для концовъ металлическихъ фермъ въ стѣнкахъ, поддерживающихъ концы деревянныхъ прогоновъ на быкахъ, стѣнки эти должны быть отодвинуты въ сторону насыпи на 0,07 саж. каждая, съ соотвѣтствующимъ увеличеніемъ толщины быковъ, устройствомъ консолей у желѣзныхъ фермъ и увеличеніемъ разстоянія между осями подферменныхъ камней въ планѣ по длинѣ моста до 0,40 саж. вмѣсто 0,33 саж.;

2) для передачи давленія отъ деревянныхъ прогоновъ на подферменные камни должны быть поставлены двойные мауэрлаты;

3) верхній ярусъ эстакады долженъ быть устроенъ безъ упора въ кладку быка, а для сопротивленія его напору насыпи, опоры эстакады должны быть проектированы такимъ образомъ, чтобы была обезпечена лучшая связь между обоими ярусами эстакады и чтобы въ нижнемъ ярусѣ между опорами также помѣщены были наклонныя діагонали, нисходящія въ направленіи къ отверстію моста;

4) опредѣленіе глубины заложенія опоръ и системы основаній, направленія и размѣровъ искусственнаго русла, а также размѣровъ струенаправляющихъ дамбъ, укрѣпленія русла и откосовъ насыпи и дамбъ, а равно окончательное утвержденіе проекта деревянныхъ эстакадъ предоставляется Инспектору съ тѣмъ, чтобы при утвержденіи проекта эстакадъ имъ были приняты во вниманіе указанія Инженернаго Совѣта по журналу отъ 21 Января 1898 г. № 40, изложенныя въ предписаніи Д-та отъ 2 Мая с/г. за № 7848/7849.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Матѣевскій.

На копіи написано: Вѣрно: П. Дѣлопроизводителя Яковлевъ.

Съ копіей вѣрно: Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Примѣчаніе:

Предложеніемъ Департамента жел. дор. Г. Инспектору, отъ 30 Ноября 1898 года за № 21189, разрѣшено:

въ отступленіе отъ п. 1 условій утвержденія отъ 16 Октября с/г. № 1567 проекта моста чрезъ р. Дегну на 351 верстѣ Данковъ-Смоленской линіи, оставить быки его въ видѣ, соотвѣтствующемъ проекту, если кладка быковъ до горизонта на 0,50 саж. выше горизонта высокихъ водъ выведена на цементномъ, а выше этого уровня—на хорошемъ гидравлическомъ растворѣ и съ тѣмъ, чтобы въ случаѣ устройства, взамѣнъ деревянныхъ эстакадъ, металлическихъ балокъ, каменная надстройка на верхней площадкѣ быковъ была разобрана и подферменные камни балокъ боковыхъ пролетовъ были расположены въ одномъ уровнѣ съ подферменными камнями средняго пролета.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревянной эстокады моста чрезъ рѣку **ДЕГНУ**,

на 351 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

Рѣку Дегну предполагается перекрыть 7-ми саж. фермой на каменныхъ быкахъ при высотѣ насыпи 4,65 саж.

Сопряженіе съ насыпью сдѣлано по типу 4-хъ саж. подкосныхъ мостовъ деревянной эстокадой съ пролетами 1,33 и 2,67 саж.; послѣдніе раздѣлены парою подкосовъ на два расчетныхъ пролета по 1,33 саж.

Проѣзжая часть состоитъ изъ поперечинъ 6-ти верш. лѣса, отесаннаго на два канта, расположенныхъ на разстояніи 14″ ось отъ оси, настила изъ досокъ $10''\times2\frac{1}{2}''$, охранныхъ брусьевъ $8''\times6\frac{1}{2}''$, рельсовъ и перилъ.

Поперечины поддерживаются четырьмя прогонами, каждый изъ 2-хъ $7\frac{1}{2}$ вершковыхъ бревенъ. Разстояніе между осями прогоновъ подъ однимъ рельсомъ 0,31 саж.

Рельсы расположены посрединѣ между прогонами.

На опорахъ подъ прогонами уложены подбалки длиною 0,50 саж. тоже изъ $7\frac{1}{2}$ вершковыхъ бревенъ. Прогоны при помощи вертикальныхъ распорокъ и крестовъ, расположенныхъ надъ опорами, связаны болтами въ жесткую раму.

Подкосы пролета 2,67 саж. сдѣланы изъ круглаго 6-ти вершковаго лѣса и упираются въ круглыя поперечныя схватки изъ 6-ти вершковыхъ бревенъ.

Опоры состоятъ изъ 4-хъ стоекъ и боковыхъ подкосовъ 6-ти вершковаго лѣса, связанныхъ въ одну вертикальную раму, приведенную въ треугольную систему поперечными наклонными и горизонтальными схватками. Горизонтальныя схватки круглаго лѣса изъ 5-ти вершковыхъ бревенъ, наклонныя схватки изъ пластинъ 6 верш.$\times$3 верш.

Подъ каждую стойку забиваются двѣ сваи, перекрытыя короткими продольными насадками изъ бруса $10\frac{1}{2}''\times10\frac{1}{2}''$.

Для устойчивости въ продольномъ направленіи опоры связаны продольными горизонтальными схватками и раскошены крестами и раскосами, имѣющими нисходящее направленіе къ поперечной оси моста. Продольныя схватки продолжены за предѣлы послѣдней опоры и упираются въ брусья 6-ти вершковаго лѣса, прислоненныя къ стѣнкѣ быка. Четыре бруса, соотвѣтственно числу стоекъ въ опорѣ, имѣютъ уклонъ, равный уклону грани быка. На обрѣзъ фундамента быка укладывается горизонтальный брусъ, служащій связью опорнымъ брусьямъ. Кромѣ того опорные брусья связаны по высотѣ поперечными схватками 5-ти вершковаго лѣса. Опорные брусья не подвергаются временной нагрузкѣ, но лишь поддерживаютъ концы продольныхъ схватокъ и распорокъ.

Размѣры и конструкція въ деталяхъ видны изъ прилагаемыхъ чертежей и описаны при расчетѣ прочности отдѣльныхъ частей.

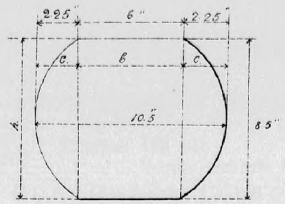
Расчетъ прочности.

I) Поперечины.

Прогоны $7\frac{1}{2}$ вершковаго лѣса раздвинуты на толщину прогона. Такимъ образомъ пролетъ для поперечины равенъ:

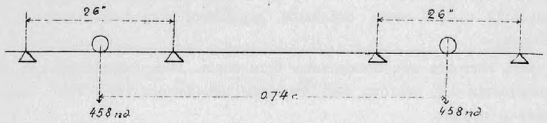
$7\frac{1}{2}\times2=15$ верш.$=0{,}31$ саж.$=26$ дм.

Поперечины изъ 6-ти вершковаго лѣса отесаны на два канта для образованія постели въ $3^1/_2$ вершка $=6$ дм. Тогда поперечное сѣченіе поперечины получаетъ видъ и размѣры, представленные на чертежѣ.



Поперечины подвергаются изгибу отъ нагрузки колеса паровоза въ:

$7^1/_2$ тн. $=458$ пуд.



Разсматривая поперечины какъ упругія опоры, и предполагая, что сосредоточенный грузъ:

$P=7^1/_2$ тн. $=458$ пуд.

передается на три смежныя поперечины, опредѣлимъ давленія на поперечины какъ реакцію опоръ.

Прогибъ и сопротивленіе средней поперечины назовемъ f_1 и P_1;

для крайней f_2 и P_2.

Принимая часть поперечины подъ рельсомъ на двухъ прогонахъ за свободно лежащую балку на двухъ опорахъ, нагруженную посрединѣ грузомъ P, напишемъ такъ общее выравненіе прогиба:

$$f=\frac{Pl^3}{48EJ}, \text{ гдѣ:}$$

l — пролетъ;

E — коэффиціентъ упругости матеріала;

J — моментъ инерціи сѣченія балки.

Разность прогибовъ двухъ смежныхъ поперечинъ можно выразить такимъ образомъ:

$$f_1-f_2=k(P_1-P_2), \text{ гдѣ:}$$

$$k=\frac{l^3}{48EJ}.$$

Разность эта въ тоже время представляетъ величину прогиба надъ средней поперечиной рельса, имѣющаго точки опоры на двухъ крайнихъ поперечинахъ. Такъ какъ касательная къ изогнутой оси рельса горизонтальна надъ средней поперечиной, то можно разсматривать эту часть рельса какъ задѣланную надъ средней поперечиной, и на концѣ, надъ крайней поперечиной, подверженной сосредоточенному давленію P_2.

Въ такомъ случаѣ прогибъ рельса:

$$F=\frac{P_2c^3}{3E_1J_1},$$

гдѣ: c — разстояніе между осями поперечинъ $=14''$;

E_1 — коэффиціентъ упругости желѣза $=800000$ пуд. на кв. дм., вѣсомъ $22^1/_2$ фун. въ пог. футѣ;

J_1 — моментъ инерціи рельса $J_1=16{,}923$ дм.^{4}

Сравнивая оба выраженія прогиба:

$$k=(P_1-P_2)=\frac{P_2c^2}{3E_1J_1},$$

и присоединяя сюда уравненія:

$$P_1+2P_2=P,-$$

рѣшаемъ эти оба уравненія относительно P_1 и P_2:

$$k=(P-2P_2-P_2)=\frac{P_2c^2}{3E_1J_1};$$

$$P_2=\frac{3E_1J_1k}{9E_1J_1k+c^3}\times P;$$

$$P_1=P-2P_2=\frac{3E_1J_1k+c^3}{9E_1J_1k+c^3}P.$$

Подставляя численныя значенія буквъ:

E_0 — коэффиціентъ упругости сосны $=45000$ пуд. на кв. дм.

J_0 — моментъ инерціи поперечины:

$$J_0=\frac{bh^3}{12}+2\times\frac{ch^3}{30}=\frac{6\times8{,}5^3}{12}+\frac{2+2{,}25\times8{,}5^3}{30}=307{,}06+92{,}12=399{,}18 \text{ дм.}^4$$

l — разстояніе между прогонами $=26''$ найдемъ:

$$E_1J_1k=\frac{E_1J_1}{E_0J_0}\times\frac{l_3}{48}=\frac{800000\times16{,}923}{45000\times399{,}18}\times\frac{26^3}{48}=0{,}753\times366=275{,}6 \text{ дм.}^3$$

$$P_2=\frac{3E_1J_1k}{9E_1J_1k+c^3}\times P=\frac{3\times275{,}6}{9\times275{,}6+14^3}\times4{,}58=72{,}48 \text{ пуд.}$$

$$P_1=P-2P_2=458-144{,}96=313{,}04 \text{ пуд.}$$

Изгибающій моментъ для поперечины:

$$m=\frac{P_1l}{4}=\frac{313{,}04\times26}{4}=2034{,}76 \text{ пудо-дм.}$$

Моментъ сопротивленія поперечины:

$$W=\frac{J}{^1/_2}=\frac{2\times399{,}18}{8{,}5}=93{,}92 \text{ дм.}^3$$

Напряженіе крайнихъ волоконъ:

$$N=\frac{m}{W}=\frac{2034{,}76}{93{,}92}=21{,}66 \text{ пуд.}<25 \text{ пуд.}$$

Величину скалывающей силы получимъ по формулѣ:

$$T=\frac{v_{max}}{J_0}\int_0^{z^0}\delta z dz.$$

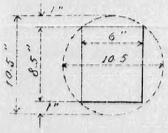
v_{max} — наибольшая вертикальная сила равна:

$$\frac{1}{2}P_1=156{,}52 \text{ пуд.}$$

J_0 — моментъ инерціи поперечины опредѣленъ выше равнымъ 399,18 дм.^{4}

$\int_0^z\delta z dz$ — статическій моментъ половины сѣченія поперечины относительно нейтральной оси.

Въ настоящемъ случаѣ:



$$\int_0^z\delta z dz=\frac{\pi\times10{,}5^2}{4\times2}\times\frac{2\times10{,}5}{3\pi}-\left\{6\times\frac{2}{3}\times1\left(\frac{8{,}5}{2}+\frac{1}{3}\right)\right\}=87{,}88 \text{ дм.}^3$$

Слѣдовательно:

$$T=\frac{156{,}52}{399{,}18}\times87{,}88=34{,}45 \text{ пуд. на пог. дм.}$$

Скалывающее напряженіе:

$$N_3 = \frac{T}{\delta} = \frac{34,45}{10,5} = 3,28 \text{ пуд.} < 4 \text{ пуд.}$$

При положеніи вагона, сошедшаго съ рельсовъ и уклонившагося на 12″ отъ оси (согласно циркуляру отъ 23-го Января 1893 г. № 970) колеса вагона станутъ въ разстояніи 1″ отъ оси прогона, такъ что въ этомъ случаѣ поперечина изгибу подвергаться не будетъ.

II) Прогоны.

Расчетный пролетъ $l = 1,33$ саж. $= 9,33' = 112''$.

Въ виду различнаго расположенія стыковъ, неопредѣленной длины лѣса, а также возможности смѣны отдѣльныхъ пролетовъ при ремонтѣ, прогонъ при расчетѣ разсматривается въ каждомъ расчетномъ пролетѣ, какъ балка длиною 112″, свободнолежащая на двухъ опорахъ.

Для тѣхъ случаевъ, когда прогонъ будетъ находиться въ условіяхъ неразрѣзной балки, такое предположеніе дастъ, очевидно, нѣкоторый запасъ прочности.

Постоянная нагрузка на оба прогона одного пролета, длиною 1,33 саж. = 9,33 фут. составляется изъ вѣса слѣдующихъ частей:

1. Рельсы и скрѣпленія $2 \times 0,75 \times 9,33$ . . . . . = 14,00 пуд.
2. Настилъ:
   а) доски $6 \times \frac{10 \times 2^1/_2}{144} \times 9,33 \times 1,12$ . . . . . = 10,89 „
   б) охранные брусья $2 \times \frac{8 \times 6^1/_2}{144} \times 9,33 \times 1,12$ . . . . . = 7,55 „
3. Перила:
   а) поручни и нижніе бруски $4 \times \frac{6 \times 6}{144} \times 9,33 \times 1,12$ . . . . . = 10,45 „
   б) стойки $2 \times \frac{6 \times 6}{144} \times 1,70 \times 1,12$ . . . . . = 0,95 „
4. Поперечины:
   а) короткія $5 \times \frac{86,6}{144} \times 10,5 \times 1,12$ . . . . . = 35,34 „
   б) длинныя $3 \times \frac{86,6}{144} \times 21 \times 1,12$ . . . . . = 42,41 „
5. Подкосы подъ поперечинами $2 \times \frac{38,48}{144} \times 3,5 \times 1,12$ . . . . . = 2,10 „
6. Прогоны $8 \times \frac{135,3}{144} \times 9,33 \times 1,12$ . . . . . = 78,55 „
7. Кресты подъ прогонами $2 \times \frac{60,13}{144} \times 4,50 \times 1,12$ . . . . . = 4,12 „
8. Болты, хомуты, скобы и т. п. примѣрно . . . . . = 7,64 „

Итого $P = 214,00$ пуд. на пролетъ.

Постоянная нагрузка на 1 пог. фут. пути:

$$p = \frac{P}{l} = \frac{214}{9,33} = 23 \text{ пуд.}$$

Временная нагрузка по циркуляру Министерства Путей Сообщенія отъ 5 Января 1884 г. за № 60, будетъ на 1 пог. фут. пути:

$$k = 262 - \frac{262 - 231}{3} = 252 \text{ пуд.}$$

Полная нагрузка на 1 пог. фут. пути:

$$q = p + k = 23 + 252 = 275 \text{ пуд.}$$

Maximum изгибающаго момента:

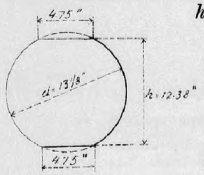
$$Max\,M = \frac{p+k}{12} \times \frac{l^2}{8} = \frac{275}{12} \times \frac{12544}{8} = 35934 \text{ пудо-дм.}$$

Принимая во вниманіе ослабленіе прогона врубками поперечинъ и обдѣлкою его въ мѣстахъ соприкасанія бревенъ, найдемъ наибольшее напряженіе дерева.

Моментъ инерціи каждаго изъ составляющихъ прогонъ бревенъ:

$$J_0 = 0,047 d^4 = 29673,51 \times 0,047 = 1394,65;$$

$$h = 2z = 0,943 d = 12,38 \text{ дм.}; \; z = 6,19 \text{ дм.}$$



Моментъ сопротивленія одного бревна:

$$W_0 = \frac{J_0}{z} = 225,307, \text{ а всего прогона:}$$

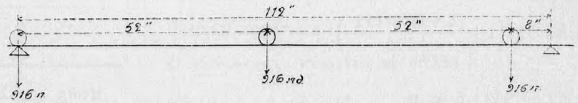
$$W = 8\,W_0 = 1702,46 \text{ куб. дм.}$$

Напряженіе матеріала:

$$N = \frac{max\,M}{W} = \frac{35934}{1702,46} = 21,18 \text{ пуд. на кв. дм.}$$

Такъ какъ поперечины на прогонахъ распредѣлены такимъ образомъ, что надъ каждой опорой приходится по поперечинѣ и онѣ расположены одна отъ другой всего на разстояніи 14″, то для опредѣленія разслаивающихъ напряженій можно допустить, что нагрузка передается непосредственно на прогоны. При такомъ допущеніи наибольшая вертикальная сила на лѣвой опорѣ будетъ при расположеніи передней оси паровоза надъ лѣвой опорой, какъ показано на эскизѣ.

Вертикальная сила для этого случая будетъ:



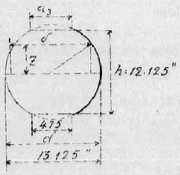
отъ *временнаго* груза:

$$max\,v_1 = \left(\frac{8 + 60 + 112}{112}\right) 916 = 1,607 \times 916 = 1472 \text{ пуд.}$$

отъ *постоянной* нагрузки:

$$v_2 = \frac{p}{2} = \frac{214}{2} = 107 \text{ пуд.}$$

$$max\,v = v_1 + v_2 = 1579 \text{ пуд.}$$



Скалывающее напряженіе, полагая 5% на ослабленіе отъ врубокъ, будетъ въ каждомъ изъ 8 прогоновъ:

$$T = \frac{1,05 v}{8 J_0 d} \int_0^{\frac{h}{2}} z \delta_z \, dz,$$

гдѣ: δ_z — ширина прогона на разстояніи z отъ нейтральной оси, будетъ:

$$\delta_z = 2\sqrt{\frac{d^2}{4} - z^2}.$$

Вставляя это значеніе δ_x въ выраженіе R_3 и выполняя интегрированіе, найдемъ:

$$T=\frac{1,05v}{8J_0d}\times\frac{d^3}{12}\left\{1-\left(1-\frac{h^2}{d^2}\right)^{3/2}\right\};$$

$$T=\frac{1,05\times1579}{8\times1456,69\times13,125}\times\frac{d^3}{12}\times0,964=\frac{1,05\times1579\times2269,8\times0,964}{8\times1456,69\times13,125\times12}=$$

$=1,97$ на кв. дм. <4 пуд.

III) Подкосы.

Вертикальная составляющая усилія по подкосамъ слагается:

1. Изъ вѣса проѣзжей части . . . . . = 214 пуд.

2. Вѣса подбалки, насадки, прижимного бруса и скрѣпленій:

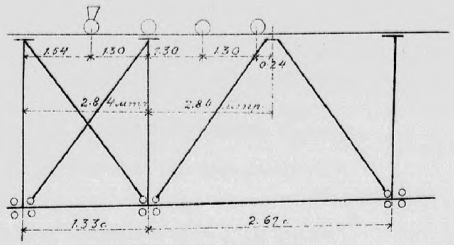
$$\left(4\times\frac{135,3}{144}\times\frac{12,81}{2}+\frac{200}{144}\times9,8+\frac{45}{144}\times9,8\right)1,12+4,32\ .\ .\ .=\ 50\ \text{„}$$

3. Изъ вѣса подкосовъ и болтовъ:

$$8\times\frac{86,59}{144}\times11,6\times1,12+1,50\ .\ .\ .

IV) Стойка.

Наибольшей нагрузкѣ подвергаются стойки опоры, отдѣляющей пролеты 2,67 и 1,33:



а) Постоянную нагрузку на опору составляютъ:

1) Проѣзжая часть по предыдущему . . . . . $P=214{,}00$ пуд.

2) Подбалка $7^1/_2$ вершковаго лѣса:

$$4\times\frac{135{,}3}{144}\times3{,}5\times1{,}12 \ldots\ldots = 14{,}73 \text{ „}$$

3) Верхняя насадка $\frac{86{,}6}{144}\times9{,}8\times1{,}12$ . . . . . $= 6{,}60$ „

4) Собственный вѣсъ стоекъ:

$$4\times\frac{86{,}6}{144}\times19{,}3\times1{,}12 \ldots\ldots = 52{,}00 \text{ „}$$

5) Діагональныя схватки:

$$2\times\frac{43{,}3}{2\times144}\times(19{,}3+29)1{,}12 \ldots\ldots = 16{,}25 \text{ „}$$

6) Поперечныя схватки 5 вершковаго лѣса:

$$4\times\frac{60{,}13}{144}\times14(18+31)\times1{,}12 \ldots\ldots = 91{,}70 \text{ „}$$

7) Продольныя схватки:

$$16\times\frac{43{,}3}{144}\times14\times1{,}12 \ldots\ldots = 75{,}42 \text{ „}$$

8) Болты, скобы и проч. . . . . $= 14{,}30$ „

9) Половина постоянной нагрузки на узелъ, поддерживаемый подкосами:

$$\frac{1}{2}(214+50+64) \ldots\ldots = 164{,}00 \text{ „}$$

Итого . . . $=649{,}00$ пуд.

б) Наибольшую временную нагрузку на опору опредѣлимъ при положеніи паровоза, представленномъ на схематическомъ чертежѣ:

$$g'=15\times\left\{(2{,}84+1{,}54+0{,}24+1{,}54)+\frac{1}{2}(1{,}30+2{,}60)\right\}\times\frac{1}{2{,}84}=42{,}835 \text{ тн.}=2615 \text{ пуд.}$$

Полная наибольшая нагрузка:

$$\Sigma g=649+2615=3264 \text{ пуд.}$$

На одну стойку:

$$G=\frac{3264}{4}=816 \text{ пуд.}$$

Стойки круглыя 6-ти вершковыя.

Площадь поперечнаго сѣченія $\omega=86{,}59$ кв. дм.

При наибольшей свободной длинѣ $l=14'$ будемъ имѣть допускаемое напряженіе на кв. дм. на сжатіе:

$$R_m=15{,}1 \text{ пуд.}$$

Дѣйствительное напряженіе:

$$N_2=\frac{G}{\omega}=\frac{816}{86{,}59}=9{,}4 \text{ пуд.}<R_m.$$

V) Сваи.

Подъ каждую стойку забивается по двѣ сваи. Нагрузку на сваи получимъ прибавивъ къ нагрузкѣ на стойку вѣсъ свай и продольныхъ схватокъ:

1) Нагрузка на стойку. . . . . $G=816{,}00$ пуд.

2) Короткая насадка:

$$\frac{10{,}5^2}{144}\times3{,}5\times1{,}12 \ldots\ldots = 3{,}00 \text{ „}$$

3) Продольныя схватки:

$$2\times\frac{43{,}3}{144}\times14\times1{,}12 \ldots\ldots = 9{,}00 \text{ „}$$

4) Вѣсъ двухъ свай. . . . . $= 40{,}00$ „

Итого . . . $=868{,}00$ пуд.

Нагрузка на одну коренную сваю:

$$Q_1=\frac{1}{2}\times868=434 \text{ пуд.}$$

Соотвѣтственно чему и опредѣляется отказъ при забивкѣ свай.

VI) Повѣрка устойчивости эстокады.

Опредѣленіе горизонтальнаго давленія вѣтра сдѣлано въ томъ предположеніи, что мостъ нагруженъ поѣздомъ порожнихъ вагоновъ.

Вѣсъ вагона 300 пуд. при длинѣ въ 25', что даетъ равномѣрную нагрузку на пог. фут. въ 12 пуд.

За поверхность, подверженную дѣйствію вѣтра, примемъ сплошную площадь высотою $10'+2'$, соотвѣтствующую боковой поверхности поѣзда и проѣзжей части и еще 0,4 площади вертикальной проекціи бокового вида моста.

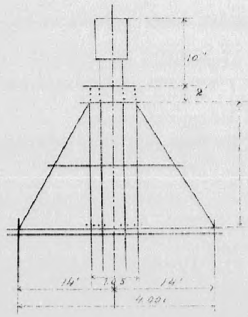
Давленіе вѣтра на 1 кв. дм. равно 0,75 пуд.

Точки приложенія горизонтальныхъ силъ примемъ:

а) для поѣзда—на уровнѣ подошвы рельсовъ;

б) для проѣзжей части—на срединѣ высоты ея;

в) для опорныхъ частей—на половинѣ высоты.



Длина части, поддерживаемой одной опорой:

$$\frac{1}{2}(2{,}67+1{,}33)=2{,}00 \text{ саж.}=14'.$$

Опрокидывающій моментъ равенъ:

$$M_0=0{,}75\times14(10\times24+2\times21+0{,}4\times22\times11)=0{,}75\times14\times\times378{,}8=3977{,}4 \text{ пуд.-фут.}$$

Опрокидыванію моста препятствуетъ сила тяжести.

Полная нагрузка на опору опредѣлена выше равною:

$$\Sigma g=3264 \text{ пуд.}$$

Откидывая отсюда нагрузку паровозомъ, равную:

$$g' = 2570 \text{ пуд.}$$

и прибавляя вѣсъ порожнихъ вагоновъ:

$$g'' = 14 \times 12 = 168 \text{ пуд.},$$

получимъ значеніе вертикальной силы:

$$J = 3264 - 2615 + 168 = 817 \text{ пуд.}$$

Моментъ силы тяжести относительно оси откосной сваи:

$$M_1 = 817 \times 14 = 11438 \text{ пуд.-фут.}$$

Коэффиціентъ устойчивости:

$$\vartheta = \frac{M_1}{M_0} = \frac{11438}{3977} = 2{,}87.$$

VII) Расчетъ укосины.

Горизонтальное давленіе вѣтра вызываетъ растягивающія и сжимающія усилія въ частяхъ опоры. Наибольшая часть его передается на укосину и на откосную сваю. Именно можно принять, что чрезъ укосину передается полное давленіе на боковую поверхность поѣзда и проѣзжей части и половина давленія на опорныя части.

Горизонтальная составляющая усилія по укосинѣ:

$$U = 0{,}75\left(10 + 2 + 0{,}4 \times 22 \times \frac{1}{2}\right) \times 14 = 172{,}2 \text{ пуд.}$$

Усиліе по укосинѣ:

$$T = U \times \frac{1}{Sin E},$$

гдѣ: E—уголъ наклона укосины къ вертикали:

$$tg E = \frac{4{,}00 - 1{,}05}{2 \times 2{,}95} = \frac{2{,}95}{2 \times 2{,}95} = 0{,}5;$$

$$Sin E = 0{,}447 \quad \frac{1}{Sin E} = 2{,}096;$$

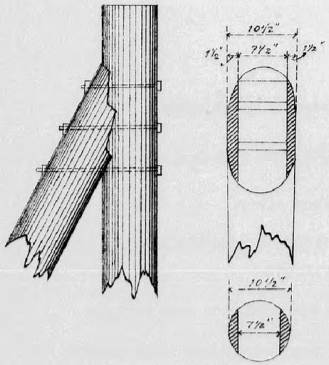
$$T = 2{,}096 \times 172{,}2 = 361 \text{ пуд.}$$

Укосины 6-ти вершковаго лѣса; площадь поперечнаго сѣченія 86,59 кв. дм.

Наибольшая свободная длина $l = 14'$.

Соотвѣтствующее допускаемое напряженіе по формулѣ Шварца-Ранкина опредѣлено выше равнымъ:

$$R_m = 15{,}1 \text{ пуд.}$$



Дѣйствительное напряженіе:

$$N_4 = \frac{T}{86{,}59} = \frac{361}{86{,}59} = 4{,}16 \text{ пуд.} < R_m.$$

Укосина врубается въ стойку тремя зубьями на глубину $1^1/_2$ дм.

Въ передачѣ усилія не участвуютъ заштрихованные сегменты:

При стрѣлкѣ въ $1^1/_2''$ площадь кругового сегмента равна $0{,}2854 \times \left(\frac{10{,}5}{2}\right)^2$.

Площадь, сопротивляющая смятію:

$$f = 86{,}59 - 2 \times 0{,}2854 \times \left(\frac{10{,}5}{2}\right)^2 = 86{,}59 - 0{,}2854 \times$$
$$\times 55{,}125 = 70{,}86 \text{ кв. дм.}$$

Напряженіе на смятіе дерева во врубкахъ:

$$N_4 = \frac{T}{f} = \frac{361}{70{,}86} = 5{,}1 \text{ пуд.} < 6 \text{ пуд.}$$

VIII) Сопротивленіе откосной сваи.

Усиліе по укосинѣ разлагается на вертикальную и горизонтальную составляющія:

Послѣдняя равная:

$$U = 172 \text{ пуд.}$$

производитъ растяженіе нижнихъ схватокъ.

Вертикальная составляющая:

$$H = U \times \frac{1}{tg E} = 2 \times 172 = 344 \text{ пуд.}$$

передается на откосную сваю.

Прибавивъ вѣсъ сваи 20 пуд., получимъ сопротивленіе откосной сваи:

$$Q_2 = H + 20 = 344 + 20 = 364 \text{ пуд.}$$

Соотвѣтственно чему опредѣляется отказъ откосныхъ свай.

За Главнаго Инженера *А. Мурзо.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Б. Беккеръ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Показанныя на семъ чертежѣ измѣненія въ конструкціи эстокадъ моста чрезъ р. Десну, на 351 верстѣ Динковъ-Смоленской линіи, проектированныя для выполненія требованій пункта 3-го условій утвержденія Департаментомъ желѣзныхъ дорогъ, по докладу отъ 16 Сентября 1898 года за № 1567, проекта опоръ означеннаго моста,—одобрены къ исполненію, Декабря 2 дня 1898 года.

Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.

На копіи написано: Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно: Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ проекту, одобренному Г. Инспекторомъ 27 Мая 1898 года.

(Текстъ утвержденія см. ниже).

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ПРУДОВУЮ

на 438 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

Примѣчаніе.

Согласно указаній, данныхъ Г. Инспекторомъ, опоры моста измѣнены при условіи недопущенія выступа конусовъ насыпи въ отверстіе сооруженія, (какъ показано на чертежѣ опоръ въ концѣ записки),—и одобрены Г. Инспекторомъ 27 Мая 1898 года.

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію Мая 27 дня 1898 г. съ тѣмъ, чтобы:

1) родъ основанія и глубина заложенія подошвы фундаментовъ опоръ моста были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта;

2) предвидѣнная проектомъ срѣзка грунта въ отверстіи сооруженія была распространена на длину десяти саженъ выше и ниже моста, при условіи соблюденія постепенности перехода отъ прорытаго русла къ естественному;

3) проектируемое укрѣпленіе русла въ отверстіи сооруженія было распространено какъ въ предѣлахъ заложенія земляныхъ конусовъ моста, такъ и на протяженіи за сими послѣдними: съ верховой стороны на одну сажень, съ низовой—на двѣ съ половиной сажени; и

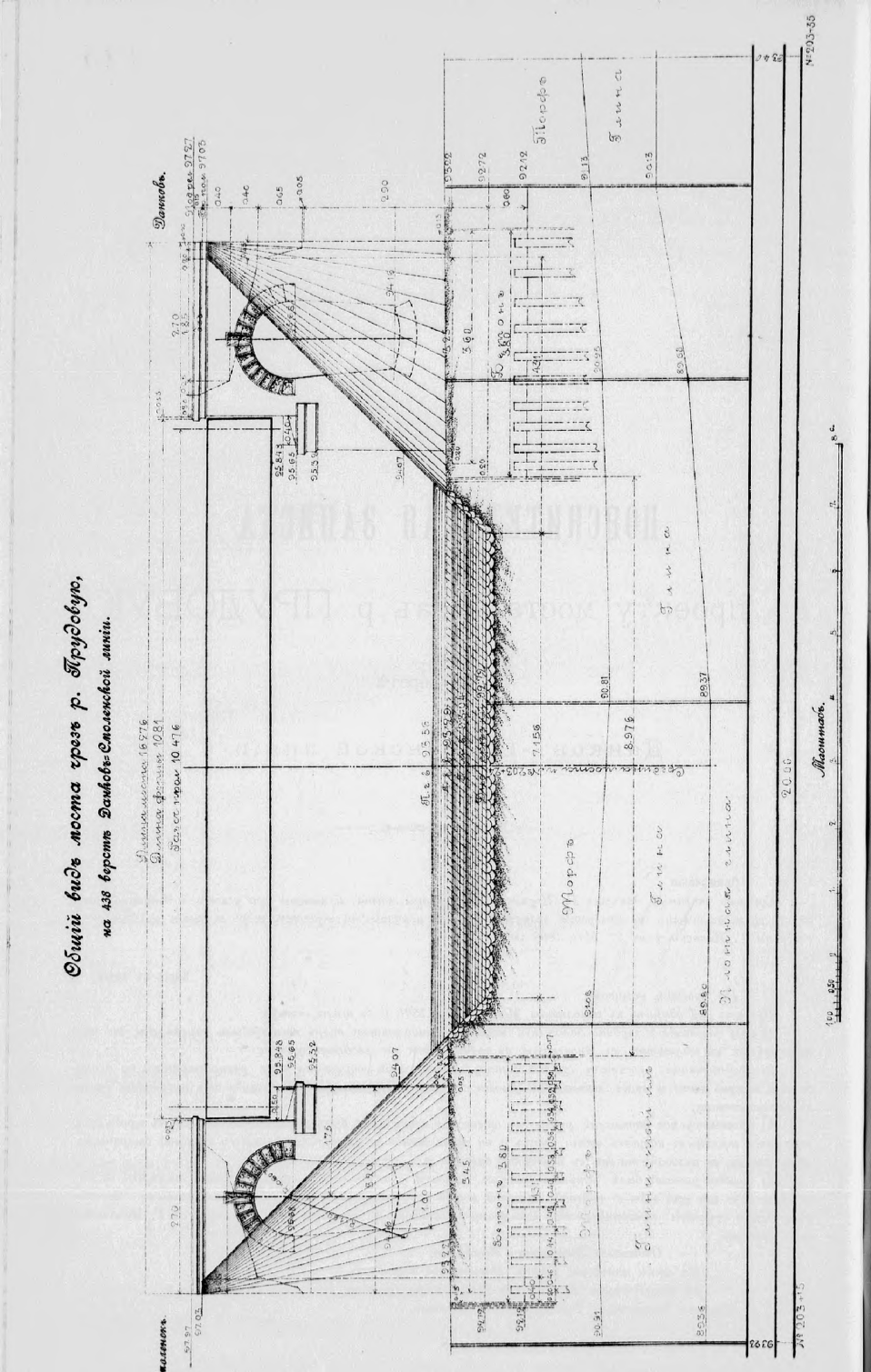
4) позади устоевъ былъ устроенъ дренажъ, подошвы коего должны соотвѣтствовать отмѣткѣ 93,60, съ выпускомъ изъ него воды съ низовой стороны моста на укрѣпленный откосъ земляного полотна. Способъ устройства дренажа предоставляется взаимному соглашенію Г. участковаго Инспектора съ Г. Начальникомъ участка.

Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.

На копіи написано: Вѣрно. Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно: Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
И РАСЧЕТЪ
къ проекту моста отверстіемъ 10,00 саж. чрезъ р. ПРУДОВУЮ,
на 438 верстѣ
Данковъ-Смоленской линіи.

Ось моста . . . . . пик. № 203+24,0 саж.

Высота насыпи. . . . 4,31 саж.

Отверстіе моста.

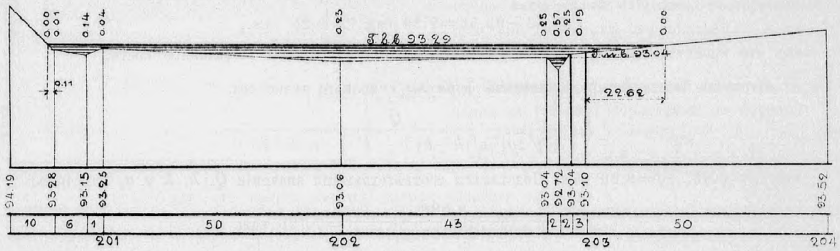
Площадь бассейна, полученная обходомъ на мѣстѣ. . . . . $\Omega=15,21$ кв. вер.

Длина бассейна . . . . . $S=4,30$ вер.

Средній уклонъ водотока или лога отъ водораздѣла до сооруженія . . . $i_0=0,009$.

Уклонъ на 100 саж. выше и ниже сооруженія . . . . . $i=0,0023$.

Поперечный профиль русла у сооруженія.



Наибольшій расходъ для даннаго живого источника, по *Kostlin*'у:

$$Q=1,875\times\Omega\times L=1,875\times 15,21\times 0,346\times 0,90=9,088 \text{ куб. саж.}$$

L—коэффиціентъ, опредѣленный по интерполяціи въ зависимости отъ длины бассейна по даннымъ № 1 *) и уменьшенный вдвое соотвѣтственно уклону i_0.

Подбирая ощупью, при данныхъ бытовыхъ условіяхъ живого источника, горизонтъ притекающей воды, соотвѣтствующій найденному расходу, получимъ его при отмѣткѣ 93,29.

Дѣйствительно, площадь живого сѣченія:

$$\omega=\frac{0,11\times 0,01}{2}+\frac{0,01+0,14}{2}\times 6+\frac{0,14+0,04}{2}\times 4+\frac{0,04+0,23}{2}\times 50+\frac{0,23+0,25}{2}\times 43+$$

$$+\frac{0,25+0,57}{2}\times 2+\frac{0,57+0,25}{3}\times 2+\frac{0,25+0,19}{2}\times 3+\frac{22,62\times 0,19}{2}=22,329 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=0,11+6,00+4,00+50,00+43,00+2,03+2,03+3,00+22,62=132,79 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{\omega}{p}=\frac{22,329}{132,79}=0,168 \text{ саж.}$$

---

* *Бланкъ расчета отверстія мостовъ.*

И средняя скорость, для земляного ложа по *Bazin*'у:

$$v = c\sqrt{Ri}.$$

По таблицѣ № 2 *), для даннаго $R = 0{,}168$ саж., находимъ:

$$c = 19{,}31;$$

$$v = c\sqrt{Ri} = 19{,}31 \times \sqrt{0{,}168 \times 0023} = 0{,}379 \text{ саж.}$$

Тогда расходъ:

$$\omega \times v = 22{,}329 \times 0{,}379 = 8{,}463 \text{ куб. саж.}$$

Полученный расходъ весьма мало разнится отъ расхода, опредѣленнаго по *Köstlin*'у, а потому найденный горизонтъ притекающаго потока, соотвѣтствующій отмѣткѣ 93,29, можетъ быть принятъ за дѣйствительный.

Допуская далѣе, скорость по дну русла стѣсненнаго сооруженіемъ $W = 10$ фут. $= 1{,}43$ саж., при соотвѣтственномъ укрѣпленіи его двойной мостовой, будемъ имѣть среднюю скорость въ отверстіи сооруженія по таблицѣ № 3 *), $v_0 = 1{,}63$ саж., при чемъ v_0 будетъ больше $v = 0{,}379$ саж.; тогда высота, соотвѣтствующая скорости притекающей воды:

$$k = \frac{v^2}{2g} = \frac{0{,}379^2}{9{,}20} = 0{,}016 \text{ саж.}$$

Подпоръ у сооруженія:

$$h = \frac{v_0^2 - v^2}{2g} = \frac{1{,}63^2 - 0{,}379^2}{9{,}20} = 0{,}273 \text{ саж.}$$

Наибольшая глубина потока по профилю:

$$a = 0{,}57 \text{ саж.}$$

Высота подпорнаго горизонта $H = a + h = 0{,}84$ саж., или отмѣтка его 93,56.

Отмѣтка низа фермъ 95,86 и возвышеніе надъ подпорнымъ горизонтомъ:

$$95{,}86 - 93{,}56 = 2{,}30 \text{ саж.} > 0{,}25 \text{ саж.},$$

такъ что проектная высота насыпи удовлетворяетъ конструкціи и возвышенію моста.

Отверстіе моста l опредѣлится изъ формулы неполнаго водослива:

$$l = \frac{Q}{\mu\sqrt{2g}\left\{^2/_3\left[(h+k)^{3/2} - k^{3/2}\right] + a(h+k)^{1/2}\right\}},$$

гдѣ: $\mu = 0{,}95$, $2g = 9{,}20$ саж. Подставляя соотвѣтствующія значенія Q, h, k и a, получимъ:

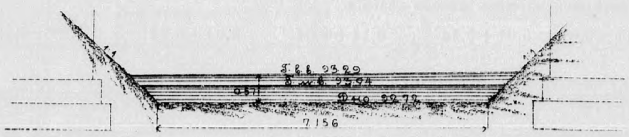
$$l = \frac{9{,}088}{0{,}95 \times 3{,}033 \times 0{,}4084} = 7{,}726 \text{ саж.}$$

Для перехода чрезъ р. Прудовую предполагается поставить желѣзный мостъ съ 10,00 саж. фермой на каменныхъ устояхъ. Откосы конуса выступаютъ впереди устоя настолько, чтобы стѣсненное ими отверстіе было не менѣе требуемаго по расчету.

Необходимая площадь сѣченія:

$$\omega = 7{,}726 \times 0{,}57 = 4{,}404 \text{ кв. саж.}$$

Имѣется въ дѣйствительности (по чертежу).



$$\omega' = (7{,}156 + 0{,}57 \times 2 \times {}^1/_2) \times 0{,}57 = 4{,}404 \text{ кв. саж.} = \omega.$$

Такимъ образомъ, назначенное отверстіе достаточно для пропуска наибольшаго расхода.

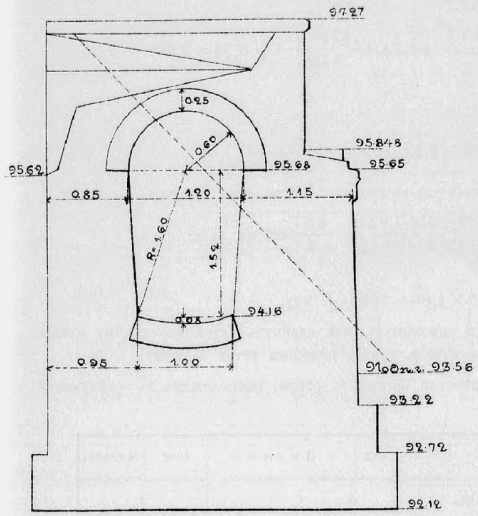
*) *Бланкъ расчета отверстія мостовъ.*

Опоры. По даннымъ буренія представлено на чертежѣ общаго вида расположеніе грунтовъ въ руслѣ р. Прудовой. Опоры предполагается основать на сваяхъ въ шпунтовомъ огражденіи, и отмѣтку подошвы основанія назначить . . . . . 92,12.

Бровка полотна на отмѣткѣ . . . . . 97,03.

Подферменные камни . . . . . 95,848.

Устои спроектированы для уменьшенія кладки со сквозными колодцами шириною 1,20 саж. Низъ колодца назначенъ на отмѣткѣ 94,16, то есть на 0,50 саж. выше подпорнаго горизонта. Положеніе отверстія въ устоѣ выбрано такимъ образомъ, чтобы размѣры свода и устоевъ соотвѣтствовали размѣрамъ, утвержденнымъ для каменныхъ трубъ отверстіемъ 1,25 саж.



Дѣйствительно толщина свода назначена . . . . . 0,25 саж.

Высота устоя свода. . . $h = 1{,}52$ саж.

Толщина устоя въ пятахъ свода:

$$0{,}50 + 0{,}14h = 0{,}50 + 0{,}14 \times 1{,}52 = 0{,}85 \text{ саж.}$$

Толщина устоевъ свода понизу:

$$0{,}50 + 0{,}31h = 0{,}50 + 0{,}31 \times 1{,}52 = 0{,}95 \text{ саж.}$$

Передняя стѣнка устоя имѣетъ болѣе значительные размѣры и тѣмъ болѣе удовлетворяетъ условію прочности.

Такимъ образомъ устой прочный въ отдѣльныхъ частяхъ можетъ быть разсматриваемъ какъ цѣлый монолитъ, подверженный дѣйствію внѣшнихъ вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ.

Величину горизонтальной силы, распора земли за устоемъ, опредѣлимъ по формулѣ:

$$E = \gamma\left(\frac{H_1^2}{2} + H_1 h\right)\frac{tg\alpha}{tg(\alpha + \varphi)} \times A,$$

гдѣ: H—высота насыпи, равная разности отмѣтокъ:

$$97{,}03 - 92{,}12 = 4{,}91 \text{ саж.}$$

γ—вѣсъ 1 куб. саж. земли $= 1000$ пуд.

h—высота слоя земли, замѣняющаго давленіе нагрузки на насыпь;

α—уголъ обрушенія;

A—ширина устоя $= 2{,}00$ саж.

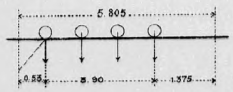
$E_1 max$ получается при:

$$\alpha = 45^0 - \frac{\varphi}{2}, \text{ тогда:}$$

$$E_1 = 1000\left(\frac{H_1^2}{2} + H_1 h\right) tg^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) A = 307\left(\frac{H_1^2}{2} + H_1 h\right) A.$$

Длина призмы обрушенія:

$$l = H_1 tg\alpha = H_1 \times tg\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right) = 4{,}91 \times 0{,}55431 = 2{,}721 \text{ саж.} = 5{,}805 \ mtr.$$



Расположеніе осей паровоза указано на схематическомъ чертежѣ.

На длинѣ l помѣщается 4 оси паровоза, такимъ образомъ величина временной нагрузки на насыпь равна:

$$p_1 = 4 \times 15 = 60 \text{ тон.} = 3663 \text{ пуд.}$$

Кромѣ того нагрузку на насыпь составляютъ слой балласта, толщиной 0,24, поперечины и рельсы.

Вѣсъ поперечинъ, считая на 1 саж. 4 штуки изъ 6-ти верш. лѣса (6 в.$=10^1/_2''$) длиной 1,25 саж.:

$$\pi=\frac{\left(\frac{10^1/_2}{2}\right)^2\times1,25\times7\times4\times2,721\times1,12}{2\times144}=\ldots\ldots\ldots\ldots 32,00 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ рельсовъ по $22^1/_2$ фун. на пог. фут.:

$$\frac{22^1/_2}{40}\times2\times7\times2,721\ldots\ldots\ldots\ldots 21,42 \text{ „}$$

$$p_2=53,42 \text{ пуд.}$$

Высота слоя земли, замѣняющаго нагрузку:

$$h=\frac{p_1+p_2}{1000\times2,721\times2,00}+0,24=\frac{3663+53,42}{5442}+0,24=\frac{3716,42}{5442}+0,24=0,682+0,240=$$
$$=0,922 \text{ саж.}$$

Горизонтальный распоръ:

$$E_1=307\left(\frac{4,91^2}{2}+4,91\times0,922\right)2,00=10180 \text{ пуд.}$$

Плечо силы горизонтальнаго распора относительно подошвы устоя опредѣляется по формулѣ

$$e=\frac{H_1+3h}{H_1+2h}\times\frac{H_1}{3}=\frac{4,91+3\times0,922}{4,91+2\times0,922}\times\frac{4,91}{3}=1,86 \text{ саж.}$$

Моментъ:

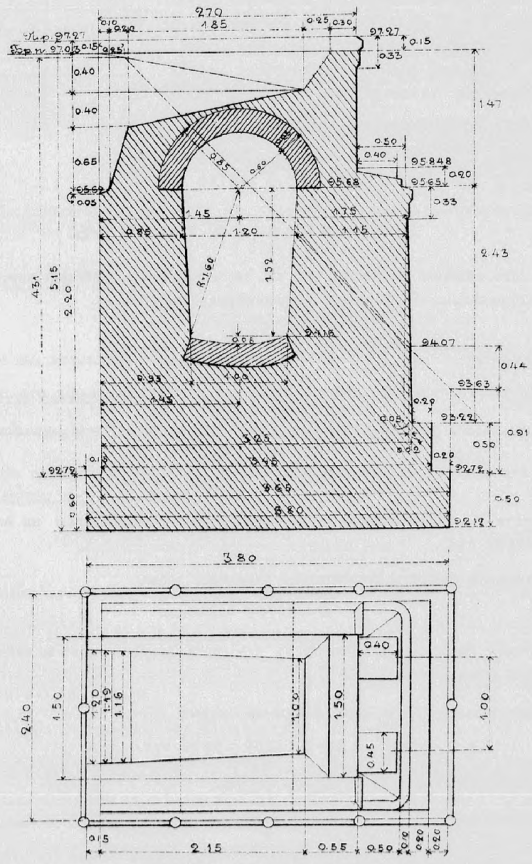
$$m_1=E_1e=10180\times1,86=18934,8 \text{ пуд.}$$

Горизонтальная сила распора стремится опрокинуть или сдвинуть устой въ сторону русла. Перемѣщенію устоя препятствуетъ вѣсъ устоя и сила тренія подошвы устоя о грунтъ.

Вычисленіе вѣса устоя и момента относительно передняго ребра, расположено въ слѣдующей таблицѣ.

№№	Объемы.	Куб. саж.	Плечо.	Саж.	Моментъ
	Кладка безъ вычета колодцевъ.				
1	$0,15\times2,70\times0,35\times2$	0,283	$3,65-{}^1/_2\times2,70$	2,30	0,651
2	$0,20\times0,40\times0,45\times2$	0,072	$0,20+0,20+$ $+0,05+0,20$	0,65	0,047
3	$1,47\times2,70\times2,00$	7,938	$3,65-{}^1/_2\times2,70$	2,30	18,257
4	$2,43\times3,20\times2,00$	15,552	$3,65-{}^1/_2\times3,20$	2,05	31,882
	$2,43\times\frac{0,05}{2}\times2,00$	0,122	$0,40+{}^2/_3\times0,05$	0,404	0,049
5	$0,50\times3,45\times2,20$	3,795	$0,20+{}^1/_2\times3,45$	1,925	7,305
6	$0,60\times3,80\times2,40$	5,472	${}^1/_2\times3,80$	1,900	10,396
	$v_1=$ . .	33,234		$m_1=$	68,587
	Колодцы.				
1	$\frac{0,40}{3}\left(2,40\times1,50+2,15\times\frac{120+1,00}{2}\right.$ $\left.+\sqrt{2,4\times1,5\times2,15\times1,1}\right)$ . . .	1,184	3,65—1,10	2,55	3,019
2	$0,40\times\frac{215+0,30}{2}\times1,20$	0,588	3,65—0,75	2,90	1,705
3	$0,70\times\frac{0,30\times0,10}{2}\times1,20$	0,168	3,65—0,14	3,51	0,589
4	$\left(\pi\times\frac{1,20^2}{4}+1,52\times\frac{120+1,00}{2}\right)\times2,00$	5,60	3,65—1,45	2,20	12,32
	$v_2=$ . .	7,54		$m_2=$	17,633

№№	Объемы.	Куб. саж.	Плечо.	Саж.	Моментъ
	Земля на обрѣзахъ.				
1	$4,31\times0,15\times2,40$.	1,551	$380-{}^1/_2\times0,15$	3,725	5,777
2	$3,81\times0,25\times0,10\times2$	0,190	$3,65-{}^1/_2\times0,25$	3,525	0,669
	$\frac{3,81+0,91}{2}\times(3,45-0,25)\times0,10\times2$.	1,510	$0,20+\frac{3,45}{3}\times$ $\times\frac{2\times3,81+0,91}{3,81+0,91}$	2,307	3,483
3	$4,31\times0,25\times0,10\times2$	0,215	$3,65-{}^1/_2\times0,25$	3,525	0,758
	$\frac{4,31+0,91}{2}\times(3,65-0,25)\times0,10\times2$	1,774	$\frac{3,65}{3}\times\frac{2\times4,31+0,91}{4,31+0,91}$	2,223	3,943
4	$\frac{1,35+0,91}{2}\times0,42\times2,00$	0,949	0,21	0,21	0,199
	$v_3=$ . .	6,189		$m_3=$	14,829



Равнодѣйствующая силъ тяжести:

$$Q=v_1\times1300-v_2\times300+v_3\times1000=33{,}234\times1{,}300-7{,}54\times300+6{,}189\times1000=43{,}204-$$
$$-2262+6189=47131 \text{ пуд.}$$

Сумма моментовъ вертикальныхъ силъ:

$$M_1=68{,}587\times1300-17{,}633\times300+14{,}829\times1000=89163-5290+14829=98702 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо силы тяжести относительно передняго ребра:

$$b=\frac{M_1}{Q}=\frac{98702}{47131}=2{,}09 \text{ саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе устоя:

$$\vartheta=\frac{M_1}{m_1}=\frac{98702}{18934}=5{,}22.$$

Сдвиженію устоя препятствуетъ треніе подошвы о грунтъ.

Величина силы тренія выражается формулой:

$$F=fQ, \text{ гдѣ:}$$

f—коэффиціентъ тренія кладки о грунтъ $=0{,}57$.

$$F=0{,}57\times47131=26864 \text{ пуд.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$\eta=\frac{F}{E_1}=\frac{26864}{10180}=2{,}64.$$

Давленіе на грунтъ.

Давленіе отъ нижняго основанія на кв. дм. грунта при дѣйствіи вертикальной и горизонтальной силы опредѣлимъ по формулѣ неравномѣрнаго сжатія:

$$N=\frac{P}{\Omega}+\frac{P\times a}{J}\times(z_0-y), \text{ гдѣ:}$$

y—разстояніе разсматриваемаго сѣченія плоскости нижняго основанія отъ передняго ребра.

Наибольшее давленіе на грунтъ въ переднемъ ребрѣ (при $y=o$) опредѣлимъ по формулѣ:

$$N=\frac{P}{\Omega}+\frac{P\times a}{J}\times z_0.$$

P—сила тяжести, въ предположеніи, что фермы еще не установлены на опоры, найдена ранѣе равною 47131 пуд.

Соотвѣтствующій моментъ относительно передняго ребра:

$$M=98702 \text{ пудо-саж.}$$

Для полученія наибольшаго давленія въ переднемъ ребрѣ примемъ во вниманіе нагрузку устоя вѣсомъ верхняго строенія и поѣзда.

Наибольшее давленіе 10-ти саж. фермы на опоры:

$$p=2\times3300=6600 \text{ пуд.}$$

Плечо относительно передняго ребра 0,80 саж.

Моментъ:

$$m=6600\times0{,}80=5280 \text{ пудо-саж.}$$

Наибольшее значеніе вертикальной силы:

$$P_0=Q+p=47131+6600=53731 \text{ пуд.}$$

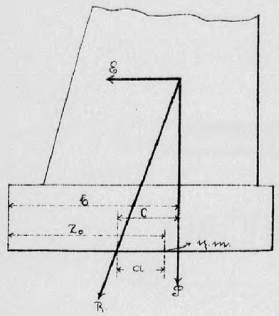
Моментъ $M_0=M+m=98702+5280=103982$ пудо-саж.

Ω—площадь нижняго основанія $=3{,}80\times2{,}40=9{,}12$ кв. саж.

z_0—разстояніе центра тяжести нижняго основанія отъ передняго ребра:

$$z_0=\frac{3{,}80}{2}=1{,}90 \text{ саж.}$$

a—разстояніе центра давленія отъ центра тяжести найдется слѣдующимъ образомъ.



Пусть b—плечо вертикальной силы P—относительно передняго ребра:

$$b=\frac{M_0}{P_0}=\frac{103982}{53731}=1{,}94 \text{ саж.}$$

Вертикальная и горизонтальная силы, дѣйствующія на устой, даютъ равнодѣйствующую R, наклоненную къ плоскости основанія. Разстояніе c между точками пересѣченія съ плоскостью основанія силъ R и P опредѣлится, какъ катетъ прямоугольнаго треугольника, у котораго другой катетъ будетъ плечо e_0 силы распора, а противолежащій уголъ образуется направленіемъ вертикальной силы P и равнодѣйствующей R:

$$c=e_1\frac{E_1}{P}=1{,}86\times\frac{10180}{53182}=0{,}36 \text{ саж.}$$

Тогда a найдется слѣдующимъ образомъ: $(b-c)$ разстояніе центра давленія отъ передняго ребра:

$$b-c=1{,}94-0{,}36=1{,}58 \text{ саж.}$$

Ширина основанія 3,80 саж.

$$b-c>{}^1/_3\times3{,}80=1{,}27 \text{ саж.,}$$

то есть *давленіе не выходитъ изъ средней трети.*

Разстояніе центра давленія отъ центра тяжести:

$$a=z_0-(b-c)=1{,}90-(1{,}94-0{,}36)=0{,}32 \text{ саж.}$$

J—моментъ инерціи площади нижняго основанія относительно оси, проходящей чрезъ центръ тяжести параллельно переднему ребру:

$$J=\frac{bh^3}{12}=\frac{2{,}4\times3{,}80^3}{12}=13{,}169 \text{ саж.}^4$$

Подставляя численныя значенія въ формулу, получимъ:

$$N_{max}=\frac{53731}{9{,}12}+\frac{53731\times0{,}32\times1{,}90}{13{,}169}=5892+2481=8373 \text{ пуд. на кв. саж.,}$$

что составляетъ 1,19 пуд. на кв. дм.

Наименьшее давленіе (въ заднемъ ребрѣ) опредѣлимъ по формулѣ:

$$N=\frac{Q}{\omega}-\frac{Q\times a}{J}(y-z), \text{ гдѣ:}$$

y—ширина основанія—3,80 саж.

$$N_{min}=\frac{53731}{9{,}12}-\frac{53731\times0{,}32\times1{,}90}{13{,}169}=5892-2481=3411 \text{ пуд. на кв. саж.}>0.$$

Устои основываются на сваяхъ и подъ каждый устой забивается 60 шт. свай.

Средняя нагрузка на сваю:

$$P_1 = \frac{53731}{60} = 895{,}5 \text{ пуд.}$$

Наибольшая нагрузка въ переднемъ ряду:

$$P_0 = \frac{8373 \times (0{,}17 + 0{,}15) \times 2{,}40}{6} = \frac{6450{,}5}{6} = 1071{,}75 \backsim 1072 \text{ пуд.}$$

Соотвѣтственно чему и опредѣляется отказъ при забивкѣ свай.

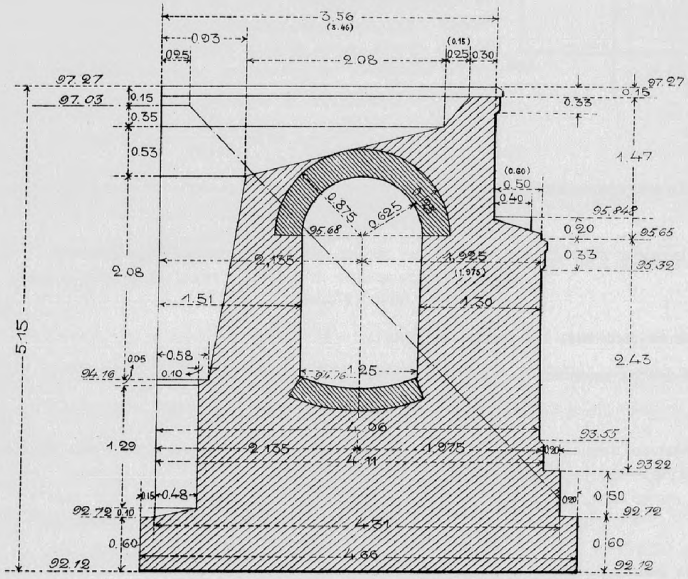
За Главнаго Инженера *А. Мурзо.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Б. Беккеръ.*

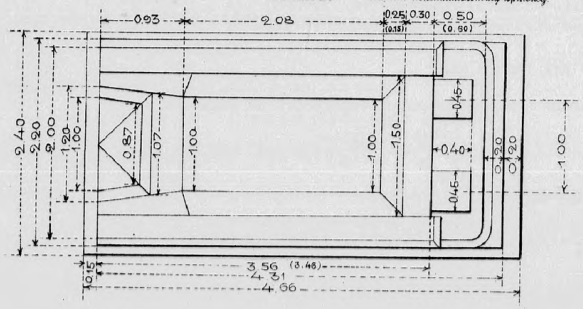
Чертежъ опоръ моста чрезъ р. Прудовую,
измѣненныхъ согласно указаній, данныхъ Г. Инспекторомъ.

Разрѣзъ.



Планъ.

Цифры въ скобкахъ показываютъ размѣры согласно исполнительному чертежу.



Къ проекту, утвержденному по журналу Инженернаго Совѣта отъ 5 Ноября 1897 г. за № 209.

126

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ДНѢПРЪ

на 466 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

РАСЧЕТЪ

отверстія и опоръ моста чрезъ рѣку ДНѢПРЪ,

на 466 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

Расчетъ отверстія моста.

Линія Данковъ-Смоленскъ Общества Рязанско-Уральской желѣзной дороги пересѣкаетъ рѣку Днѣпръ на 466 верстѣ, близъ ст. Вернибѣсово, по направленію нормальному къ руслу.

Ближайшіе существующіе мосты чрезъ рѣку Днѣпръ слѣдующіе:

1) На Риго-Орловской желѣзной дорогѣ мостъ въ 2 пролета по 28,73 саж. каждый, всего 57,46 саж. въ 58 верстахъ по теченію ниже проектируемаго.

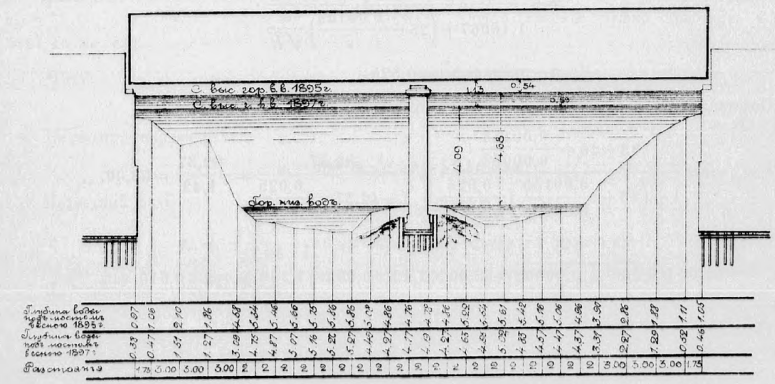
2) Вновь строющійся въ Смоленскѣ городской желѣзный мостъ, подъ обыкновенную дорогу, отверстіемъ въ свѣту 52,6 саж., въ 63 верстахъ по теченію ниже проектируемаго.

Ввиду имѣющихся примѣровъ, проектируемый мостъ предполагается отверстіемъ въ 60 саж., при чемъ средній пролетъ въ 30 саж. и два боковыхъ по 15 саж.

По свѣдѣніямъ, полученнымъ на водомѣрномъ посту I разряда въ г. Смоленскѣ, за время съ 1887 по 1897 годъ, опредѣлились слѣдующія данныя:

Самый высокій уровень весеннихъ водъ былъ въ 1895 году, и отмѣтка его по постовой рейкѣ=4,00 саж., что отвѣчаетъ желѣзнодорожной отмѣткѣ у проектируемаго моста—79,95 саж. Уровень ледохода наивысшій весенній 79,00, наинизшій осенній 75,15. Наивысшій уровень, при которомъ возможна навигація, послѣ прохода льда 78,16 саж. Меженній уровень 75,04 саж.

Такъ какъ мѣсто пересѣченія рѣки Днѣпръ линіей Данковъ-Смоленскъ не удобно для гидрометрическихъ наблюденій, то расходъ воды въ рѣкѣ опредѣленъ у моста Риго-Орловской желѣзной дороги, при чемъ получились слѣдующія данныя:



Общій видъ моста чрезъ р. Днѣпръ, на 466 верстѣ Данковъ-Смоленской линіи.

Площадь живого сѣченія ω подъ мостомъ при уровнѣ весеннихъ водъ 1897 г.:

$$\omega=\frac{0,38+0,47}{2}\times1,73+\frac{0,47+1,51}{2}\times3+\frac{1,51+1,27}{2}\times3+\frac{1,27+3,99}{2}\times3+\left(\frac{3,99}{2}+4,75+\right.$$
$$\left.+4,87+5,07+5,16+5,27+5,27+4,49+4,27+\frac{4,17}{2}\right)2+\left(\frac{4,19}{2}+4,27+4,63+\right.$$
$$\left.+4,95+5,02+4,83+4,57+4,47+4,37+\frac{3,31}{2}\right)2+\left(\frac{3,31}{2}+2,27+1,29+\frac{0,52}{2}\right)3+$$
$$+\frac{0,52+0,46}{2}\times1,73=0,73+2,97+4,17+7,89+43,23\times2+40,86\times2+5,48\times3+0,75=$$
$$=201,13 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=0,38+1,73\sqrt{3^2+1,04^2}+\sqrt{3^2+0,24^2}+\sqrt{3^2+2,72^2}+\sqrt{2^2+0,76^2}+\sqrt{8^2+0,52^2}+$$
$$+2+\sqrt{2^2+0,78^2}+\sqrt{2^2+0,22^2}+2+4,17+4,19+2+\sqrt{4^2+0,68^2}+2+\sqrt{8^2+0,65^2}+$$
$$+\sqrt{2^2+1,06^2}+\sqrt{3^2+1,04^2}+\sqrt{3^2+0,98^2}+\sqrt{3^2+0,77^2}+1,73+0,46=69 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ $R=\frac{\omega}{p}=\frac{201,13}{69}=2,91$ саж. $=6,208$ метра.

Уклонъ весеннихъ водъ выше моста $i=0,00008$.

Ширина отверстія $b=57,46$ саж.

Средняя глубина $h=\frac{201,13}{57,46}=3,50$ саж.

Наибольшая наблюденная скорость на поверхности $u=5'=0,714$ саж. $=1,524$ метра.

Опредѣлимъ сначала среднюю скорость по уклону и подводному радіусу.

Средняя скорость $v=c\sqrt{Ri}$,

гдѣ коэффиціентъ c по Гангилье и Куттеру:

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \text{ для метровъ.}$$

Для саженей формула эта имѣетъ слѣдующій видъ, принятый въ инструкціи для производства наблюденій надъ весенними водами рѣкъ на постройкѣ Новоселицкихъ вѣтвей Юго-Западныхъ желѣзныхъ дорогъ:

$$c=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1,46067+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}};$$

n — принимаемъ $=0,025$.

Подставляя въ формулу цифровыя величины для n, i и R, найдемъ:

$$c=\frac{23+40+\frac{0,00155}{0,00008}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,00008}\right)\frac{0,025}{\sqrt{6,208}}}=\frac{82,37}{1+42,37\times\frac{0,025}{2,49}}=\frac{82,37}{1,42}=58,00,$$

откуда:

$$v=58,00\sqrt{6,208\times0,00008}=58,00\times2,49\times0,009=1,300 \text{ метра}=0,610 \text{ саж. *).}$$

*) По формулѣ для саженей:

$$c=\frac{23+40+19,37}{1,461(23+19,37)\frac{0,025}{\sqrt{2,91}}}=\frac{82,37}{1,461+42,37\times\frac{0,025}{1,71}}=\frac{82,37}{1,461+0,619}=39,60$$

и $v=39,60\times1,706\times0,009=0,609$ саж.

Эта скорость очень близко подходитъ къ средней скорости, опредѣленной на основаніи наблюденій на поверхности теченія.

Какъ выше сказано, наибольшая скорость на поверхности:

$$u=0,714 \text{ саж.}=1,524 \text{ метра,}$$

откуда средняя скорость по *Prony* (для метровъ):

$$v=u\times\frac{u+2,37}{u+3,15}=1,524\times\frac{3,894}{4,674}=1,524\times0,8331=1,270 \text{ метра}=0,596 \text{ саж.}$$

Такъ какъ вычисленная скорость болѣе наблюденной, то при исчисленіи наибольшаго расхода Q_1 1897 года подъ мостомъ принимаемъ первую:

$$Q_1=0,610\times201,13=122,69 \text{ куб. саж.}$$

Провѣримъ этотъ расходъ по наблюдавшемуся подъ мостомъ подпору въ 2″ при проходѣ весеннихъ водъ 1897 года:

$$Q_2={}^2/_3\mu b\sqrt{2g}\left[(h+k)^{3/2}-k^{3/2}\right]\mu ba\sqrt{2g}\ \sqrt{h+k},$$

гдѣ: Q_2 — искомый расходъ;

μ — коэффиціентъ $=0,95$;

$2g=9,2$ саж. $=19,62$ метра;

$\sqrt{2g}=3,03$ (саж.) $=4,43$ (метра);

h — подпоръ $=2''=0,024$ саж. $=0,05$ метра;

a — средняя глубина $=3,50$ саж. $=7,468$ метра;

b — ширина теченія $=57,46$ саж. $=122,60$ метра;

$k=\frac{v^2}{2g}=\frac{1,27^2}{19,62}=0,08$ метра;

$$Q_2={}^2/_3\times0,95\times122,6\times4,43\left[\sqrt{0,13^3}-\sqrt{0,08^3}\right]+0,95\times122,6\times7,468\times4,43\times\sqrt{0,13}=$$
$$={}^2/_3\times515,96\times0,024+515,96\times7,468\times0,36=1393,1 \text{ куб. метровъ}=1393,1\times$$
$$\times0,103=143,45 \text{ куб. саж.}$$

Изъ двухъ найденныхъ величинъ Q_1 и Q_2 примемъ вторую, какъ большую.

Для расчета расхода весеннихъ водъ 1895 г., самыхъ высокихъ, какія наблюдались когда-либо въ этой части рѣки Днѣпра, допустимъ, что поверхностный уклонъ былъ тотъ же, что и въ 1897 году, т. е. $i=0,00008$.

Такъ какъ уровень 1895 года на 0,59 саж. выше уровня водъ 1897 года и ширина теченія $=57,46$ саж., то къ найденной выше площади живого сѣченія нужно прибавить $0,59\times\times57,46$ кв. саж.

Итакъ:

$$\omega_1=201,13+0,59\times57,46=235,03 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=69+4\times0,59=71,36 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ;

$$R_1=\frac{235,03}{71,36}=3,29 \text{ саж.}=7,02 \text{ метра}\sqrt{7,02}=2,65.$$

На основаніи этихъ данныхъ:

$$c=\frac{23+40+19,37}{1+42,37\times\frac{0,025}{\sqrt{7,02}}}=\frac{82,37}{1,40}=58,84 \text{ (для метровъ),}$$

откуда $v_1=58,84\times\sqrt{7,02}\times\sqrt{0,00008}=58,84\times2,65\times0,009=1,406$ метра $=0,659$ саж.

Расходъ весеннихъ водъ 1895 года:

$$Q_3 = 0{,}659 \times 235{,}03 = 154{,}88 \text{ куб. саж.}$$

Такъ какъ расходъ, опредѣленный по подпору для 1897 года, болѣе вычисленнаго расхода по наблюденной скорости, то и для 1895 года увеличиваемъ соотвѣтственно расходъ въ слѣдующей пропорціи:

$$\frac{Q_4}{Q_3} = \frac{Q_2}{Q_1}; \quad \frac{Q_4}{154{,}88} = \frac{143{,}45}{122{,}69}, \text{ откуда:}$$

$$Q_4 = \frac{154{,}88 \times 143{,}45}{122{,}69} = 181{,}09 \text{ куб. саж.}$$

Расходъ этотъ примемъ для расчета отверстія проектируемаго моста, хотя въ дѣйствительности подъ мостомъ Данковъ-Смоленской линіи расходъ будетъ гораздо меньше, такъ какъ онъ расположенъ на 58 верстъ выше по рѣкѣ, чѣмъ мостъ Риго-Орловской желѣзной дороги.

Итакъ $Q_4 = 181{,}09$ куб. саж. Естественный грунтъ русла—сѣрая глина и глина съ пескомъ, почему подъ мостомъ можетъ быть допущена скорость по дну до $4' = 0{,}571$ саж., при которой размыва дна ожидать нельзя; наибольшая скорость на поверхности по *Hagen*'у:

$$u_{max} = \frac{0{,}571}{0{,}745} = 0{,}766 \text{ сажень}$$

и средняя скорость по Вейсбаху:

$$v = 0{,}837 \times u_{max} = 0{,}837 \times 0{,}766 = 0{,}641 \text{ саж.}$$

Эта скорость на 0,018 саж. менѣе скорости, опредѣленной выше—для водъ 1895 года.

Отверстіе моста получится по формулѣ:

$$Q = \mu v \omega = 0{,}95 \times 0{,}641 \times \omega = 0{,}609\omega,$$

откуда

$$\omega = \frac{181{,}09}{0{,}609} = 297{,}35 \text{ кв. саж.}$$

Ширина отверстія въ свѣту равна 59,38 саж.; допуская срѣзку грунта до 0,10 саж. выше межени, т. е. до отмѣтки 75,14 (на отмѣткѣ 75,08 около рѣчныхъ быковъ и на отмѣткѣ 75,20 около устоевъ), получимъ площадь отверстія:

$$\omega = 59{,}38(79{,}95 - 75{,}14) + 20{,}30(1{,}07 + 0{,}10) = 285{,}62 + 23{,}75 = 309{,}37 \text{ кв. саж.},$$

гдѣ: 20,30—ширина, а 1,07—средняя глубина рѣки при меженнемъ уровнѣ.

Для устройства бичевниковъ шириною 2 саж. на обоихъ берегахъ рѣки, на уровнѣ 77,04 саж., т. е. на 2 саж. выше меженняго горизонта, требуется площадь $1{,}90\left(\frac{3{,}90+2}{2}\right) \times 2 = 11{,}21$ кв. с., за вычетомъ которыхъ получится чистое отверстіе моста площадью $309{,}37 - 11{,}21 = 298{,}15$ кв. саж., что больше требуемой площади.

Площадь бассейна р. Днѣпра отъ истоковъ до пересѣченія его проектируемымъ мостомъ равна:

10588 верстамъ $\backsim$ 10600 кв. верстъ.

По циркуляру Министерства Путей Сообщенія отъ 11 Ноября 1877 года № 11230, площадь ω живого сѣченія весеннихъ водъ подъ мостомъ опредѣлится по формулѣ:

$$\omega = k\Omega \text{ кв. саж.},$$

гдѣ: Ω—площадь бассейна въ кв. верстахъ и k—коэффиціентъ, въ данномъ случаѣ равный 0,025.

Искомая площадь $\omega = 0{,}025 \times 10{,}600 = 265$ кв. саж., т. е. на 30 кв. саж. менѣе проектируемой.

Достаточность принятаго нами для проектируемаго моста отверстія подтверждается еще тѣмъ обстоятельствомъ, что площадь живого сѣченія подъ этимъ мостомъ при горизонтѣ самыхъ высокихъ водъ на $(298{,}15 - 235{,}03) = 63{,}12$ кв. саж. болѣе площади живого сѣченія подъ мостомъ Риго-Орловской ж. д., расположеннымъ какъ ранѣе указано, на 58 верстъ ниже по рѣкѣ.

Площадь бассейна выше этого моста составляетъ 11863 кв. верстъ и по министерскому циркуляру площадь отверстія должна бы равняться $0{,}025 \times 11863 = 296{,}8$ кв. саж., въ дѣйствительности же она равна 235,03 кв. саж.; тѣмъ не менѣе подъ мостомъ не только не замѣчается никакого подмыва, но, наоборотъ, появилось отложеніе наносовъ, какъ это видно на прилагаемомъ профилѣ, доставленномъ Начальникомъ Техническаго Отдѣла Риго-Орловской жел. дороги.

Повѣрка устойчивости устоевъ.

Устои состоятъ изъ: 1) берегового быка, 2) подпорной стѣнки, поддерживающей насыпь, 3) поперечной стѣнки, заграждающей проходъ высокимъ водамъ между береговымъ быкомъ и откосомъ насыпи и 4) шестисаженнаго мостика, перекрывающаго пространство между береговымъ быкомъ и подпорною стѣнкою.

Вертикальная щель въ 0,005 саж. въ кладкѣ поперечной стѣнки дѣлитъ устой на двѣ самостоятельныя части, опредѣленіемъ устойчивости которыхъ займемся въ настоящей пояснительной запискѣ.

I. Повѣрка устойчивости подпорной стѣнки.

Высота временной нагрузки (паровоза), приведенной къ матеріалу насыпи:

$$h = \frac{763 \times 4}{\left(\frac{13}{7} + 0{,}15\right) \times (1{,}25 + 0{,}15) \times 1000} = 1{,}08 \text{ саж.}$$

Къ этой высотѣ прибавляется толщина балластнаго слоя 0,20 саж.

$$h_0 = 1{,}08 + 0{,}20 = 1{,}28 \text{ саж.}$$

По ширинѣ стѣнки временная нагрузка дѣйствуетъ на протяженіи:

$$1{,}25 + 0{,}15 = 1{,}40 \text{ саж.}$$

Полный напоръ земли Q_0 составляется изъ напора Q_1, дѣйствующаго съ участіемъ временной нагрузки на протяженіи 1,40 саж., и напора Q_2, дѣйствующаго на остальной ширинѣ подпорной стѣнки $= 2{,}20 - 1{,}40 = 0{,}80$ саж.

Напоръ $Q_1 = 1{,}40 \times \frac{\gamma}{2}\, tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right) H(H + 2h_0)$,

гдѣ: $\gamma = 1000$ пуд., $\varphi = 30^0$ (для насыпного грунта), $h_0 = 1{,}28$ саж.

$$45^0 - \frac{\varphi}{2} = 30^0; \quad \frac{\gamma}{2}\, tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right) = 166{,}67.$$

Слѣдовательно $Q_1 = 1{,}40 \times 166{,}67 H(H + 2{,}56) = 233{,}34(2{,}56 + H)H$.

Напоръ $Q_2 = 0{,}80 \times 166{,}67 H^2 = 133{,}34 H^2$.

Полный напоръ на стѣнку:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 = 233{,}34(2{,}56 + H)H + 133{,}34 H^2;$$

$$Q_0 = H(366{,}67 H + 597{,}35).$$

Плечо напора Q_1 равно:

$$q_1 = \frac{H}{3} \times \frac{H + 3 \times 1{,}28}{H + 2 \times 1{,}28} = \frac{H(H + 3{,}84)}{3(H + 2{,}56)}.$$

Моментъ напора Q_1 равенъ:

$$Q_1 q_1 = \frac{233{,}34 H(2{,}56 + H)H(H + 3{,}84)}{3(H + 2{,}56)} = \frac{233{,}34 H^2(H + 3{,}84)}{3}.$$

Моментъ напора Q_2 равенъ:

$$Q_2 q_2 = \frac{133{,}34 H^3}{3}$$

Моментъ напора Q_0 равенъ:

$$Q_0 q_0 = Q_1 q_1 = Q_2 q_2 = \frac{H^2}{3}(366{,}67H + 896{,}02).$$

Подставляя вмѣсто H высоту стѣнки надъ обрѣзомъ фундамента $= 7{,}27$ саж., получимъ, что напоръ земли на подпорную стѣнку со стороны насыпи:

$$Q_0 = 7{,}27(366{,}67 \times 7{,}27 + 597{,}35) = 23722 \text{ пуда.}$$

Моментъ $Q_0 q_0 = \frac{7{,}27^2}{3}(366{,}67 \times 7{,}27 + 896{,}02) = 62749$ пудо-саж.

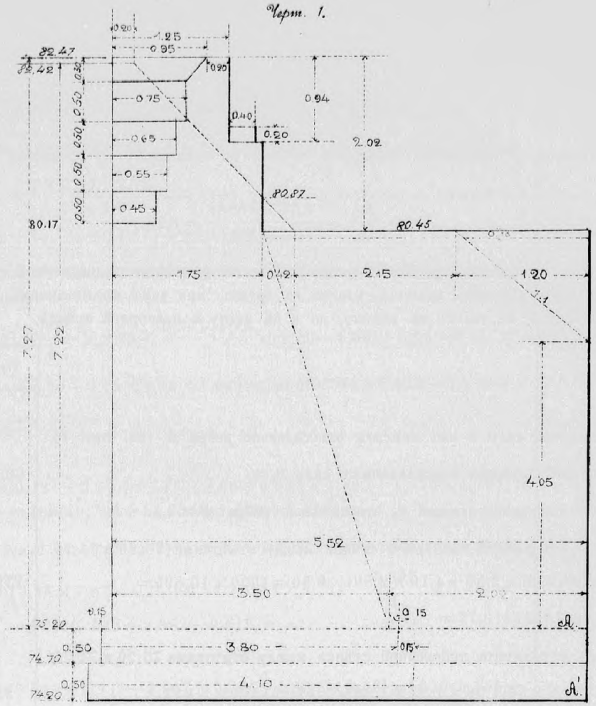
Плечо $q_0 = \frac{Q_0 q_0}{Q_0} = \frac{62749}{23722} = 2{,}645$ саж.

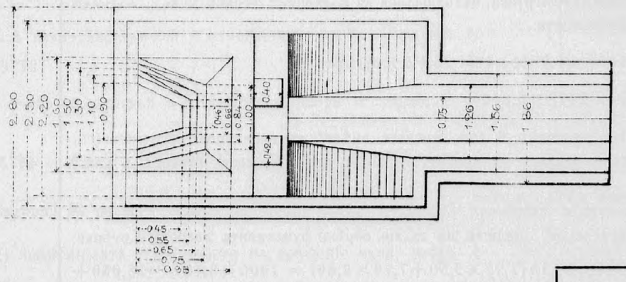
Опредѣлимъ коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A (см. черт. 1), не принимая въ расчетъ давленія конуса на лицевую плоскость стѣнки, при чемъ предположимъ, что временная нагрузка занимаетъ лишь насыпь за заднею гранью стѣнки и шестисаженная ферма еще не установлена:

	Пуды.	Пудо-саж.
Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку и часть поперечной стѣнки до щели и ихъ моменты относительно ребра A въ плоскости перваго обрѣза фундамента:		
1) Вѣсъ земли, заполняющей заднія пустоты:		
$1000\left(\frac{0{,}95 \times 1{,}60 + 0{,}75 \times 1{,}25}{2} \times 0{,}30 + 1{,}25 \times 0{,}75 \times 0{,}50 + 1{,}07 \times \times 0{,}65 \times 0{,}50 + 0{,}88 \times 0{,}55 \times 0{,}50 + 0{,}68 \times 0{,}45 \times 0{,}50\right) = 1000(0{,}369 + 0{,}469 + 0{,}348 + 0{,}242 + 0{,}153) = \ldots$	1581	
Моментъ:		
$1000(0{,}369 \times 5{,}11 + 0{,}469 \times 5{,}17 + 0{,}348 \times 5{,}22 + 0{,}242 \times 5{,}27 + 0{,}153 \times \times 5{,}32) = \ldots$	—	8217
2) Вѣсъ кладки подпорной стѣнки между отмѣтками 82,47 и 75,20:		
$1300\left\{\left(1{,}25 \times 0{,}94 + 1{,}75 \times 1{,}08 + \frac{1{,}75 + 3{,}50}{2} \times 5{,}25\right) \times 2{,}20 - 1{,}581\right\} = 1300\left[(1{,}175 + 1{,}890 + 13{,}781) \times 2{,}20 - 1{,}581\right] = 1300(16{,}846 \times \times 2{,}20 - 1{,}581) = 1300 \times 35{,}480 = \ldots$	46124	
Моментъ:		
$1300\left\{\left(1{,}175 \times 4{,}895 + 1{,}890 \times 4{,}645 + 1{,}75 \times 5{,}25 \times 4{,}645 + + \frac{5{,}25 \times 1{,}75 \times 3{,}19}{2}\right) \times 2{,}20 - 8{,}217\right\} = 1300\left[(5{,}752 + 8{,}779 + + 42{,}676 + 14{,}654) \times 2{,}20 - 8{,}217\right] = 1300(71{,}859 \times 2{,}20 - 8{,}217) = = 1300 \times 149{,}872 = \ldots$	—	194834
3) Вѣсъ поперечной стѣнки между отмѣтками 80,45 и 75,20:		
$1300\left\{0{,}05 \times 0{,}75 \times 3{,}77 + 5{,}15 \times \left(2{,}02 \times \frac{0{,}75 + 1{,}26}{2} + \frac{1{,}75}{6}(2 \times 0{,}75 + + 1{,}26)\right)\right\} = 1300\left[0{,}141 + 5{,}15(2{,}030 + 0{,}805)\right] = 1300 \times 14{,}741 = \ldots$	19163	

126

Черт. 1.





	Пуды.	Пудо-саж.
Моментъ $1300\left\{0{,}141 \times 1{,}885 + 5{,}15\left[2{,}030 \times 1{,}01 + 0{,}805 \times \times \left[2{,}02 + \frac{0{,}875\left(5{,}15 - \frac{5{,}15}{2} \times \frac{0{,}75 \times 1{,}75 + 1{,}26 \times 1{,}75}{2 \times 0{,}75 \times 1{,}75 + 1{,}26 \times 1{,}75}\right)}{5{,}15}\right]\right]\right\} = = 1300\left[0{,}266 + 5{,}15(2{,}050 + 0{,}805 \times 2{,}576)\right] = 1300 \times 21{,}505 = \ldots$	—	27957
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $v_0 = \ldots$	66868	
Моментъ равнодѣйствующей v_0 относительно ребра A: $v_0 p_0 = \ldots$	—	231008

Плечо $p_0 = \frac{v_0 p_0}{v_0} = \frac{231008}{66868} = 3{,}45$ саж.

Коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки на вращеніе около ребра A:

$$m = \frac{v_0 p_0}{Q_0 q_0} = \frac{231008}{62749} = 3{,}68.$$

Коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки на скольженіе въ плоскости перваго обрѣза фундамента:

$$m_1 = \frac{f v_0}{Q_0} = \frac{0{,}70 \times 66868}{23722} = 1{,}98.$$

Перейдемъ теперь къ опредѣленію коэффиціентовъ устойчивости подпорной стѣнки въ плоскости основанія и величинъ давленія кладки на грунтъ, при чемъ предположимъ, что временная нагрузка находится не только на насыпи, но и на мосту и подпорной стѣнкѣ:

	Пуды.	Пудо-саж.
Вертикальныя силы и ихъ моменты относительно ребра A' (см. черт. 1).		
1) Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $v_0 =$	66868	
Моментъ равнодѣйствующей v_0 относительно ребра $A' =$	—	231008
2) Вѣсъ фундамента подпорной стѣнки между отмѣтками 75,20 и 74,20:		
$1300(3{,}80 \times 2{,}50 + 4{,}10 \times 2{,}80) \times 0{,}50 = 1300 \times 10{,}695 =$	13904	
Моментъ $13904 \times 3{,}77 =$	—	52418
3) Вѣсъ фундамента поперечной стѣнки между отмѣтками 75,20 и 74,20:		
$1300 \times 0{,}50(1{,}56 \times 1{,}87 + 1{,}86 \times 1{,}72) = 1300 \times 3{,}057 =$	3974	
Моментъ $1300(1{,}458 \times 0{,}935 + 1{,}599 \times 0{,}86) = 1300 \times 2{,}738 =$	—	3559
4) Временная нагрузка, находящаяся на подпорной стѣнкѣ и надъ задними обрѣзами фундамента:		
$1000 \times 1{,}28 \times 1{,}40(1{,}25 + 2 \times 0{,}15) =$	2778	
Моментъ $2778 \times 5{,}045 =$	—	14015
5) Вѣсъ половины 6 саж. пролета вмѣстѣ съ временною нагрузкою (см. пояснительную записку въ проекту верхняго строенія моста отверст. 6 саж.)	4373	
Моментъ $4373 \times 4{,}07 =$	—	17798
6) Вѣсъ земли, давящей на задніе обрѣзы фундамента подпорной стѣнки:		
$1000 \times 0{,}15\,(7{,}22 \times 2{,}50 + 7{,}72 \times 2{,}80) = 1000 \times 0{,}15 \times (18{,}050 + 21{,}616) =$	5950	
Моментъ $1000 \times 0{,}15 \times (18{,}050 \times 5{,}595 + 21{,}616 \times 5{,}745) =$	—	33776
7) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента подпорной стѣнки:		
$1000 \times 0{,}30 \times \left(0{,}20 \times 7{,}22 + \frac{7{,}22 + 5{,}25}{2} \times 1{,}97 + 5{,}25 \times 1{,}33 + 0{,}35 \times 7{,}72 + \frac{7{,}72 + 5{,}75}{2} \times 1{,}97 + 5{,}75 \times 1{,}48\right) =$		
$= 300(1{,}444 + 12{,}283 + 6{,}983 + 2{,}702 + 13{,}268 + 8{,}510) =$.	13557	

	Пуды.	Пудо-саж.
Моментъ:		
$300\left\{1{,}444 \times 5{,}42 + 12{,}283 \times \left(5{,}32 - \frac{1{,}97}{3} \times \frac{2 \times 5{,}25 + 7{,}22}{7{,}22 + 5{,}25}\right) + 6{,}983 \times 2{,}685 + 2{,}702 \times 5{,}395 + 13{,}268\left(5{,}32 - \frac{1{,}97}{3} \times \frac{2 \times 5{,}75 + 7{,}72}{7{,}72 + 5{,}75}\right) + 8{,}510 \times 2{,}61\right\} = 300(7{,}826 + 53{,}886 + 18{,}749 + 14{,}577 + 58{,}114 + 22{,}211) =$	—	52609
8) Вѣсъ земли, давящей на переднюю часть подпорной стѣнки и на обрѣзы ея фундамента:		
$1000\left(\frac{0{,}42^2}{2} \times 2{,}20 + \frac{5{,}25 \times 1{,}75}{2} \times (2{,}20 - 1{,}00) + 5{,}25 \times 0{,}15 \times 1{,}20 + 0{,}15 \times 5{,}75 \times 1{,}24\right) = 1000(0{,}194 + 5{,}513 + 0{,}945 + 1{,}070) =$	7722	
Моментъ:		
$1000(0{,}194 \times 3{,}63 + 5{,}513 \times 2{,}60 + 0{,}945 \times 1{,}945 + 1{,}070 \times 1{,}795) = 1000(0{,}704 + 14{,}334 + 1{,}838 + 1{,}921) =$	—	18797
9) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента поперечной стѣнки:		
$1000\left(0{,}56 \times 1{,}87 \times 5{,}25 + 0{,}30 \times 1{,}72 \times 5{,}75 - \frac{1{,}20^2}{2} \times 0{,}86\right) = 1000(5{,}513 + 2{,}967 - 0{,}619) =$	7861	
Моментъ:		
$1000(5{,}513 \times 0{,}935 + 2{,}967 \times 0{,}865 - 0{,}619 \times 0{,}40) = 1000(5{,}155 + 2{,}566 - 0{,}248) =$	—	7473
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ $v =$	126987	
Моментъ равнодѣйствующей v относительно ребра A' равенъ $vp =$ . .	—	431453

Плечо равнодѣйствующей v относительно ребра A' равно:

$$p = \frac{vp}{v} = \frac{431453}{126987} = 3{,}397 \text{ саж.}$$

Не принимая въ расчетъ напора земляного конуса въ пользу прочности, получимъ:

1) коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A:

$$m = \frac{vp}{Q_0(q_0 + 1{,}00)} = \frac{431453}{23722 \times 3{,}645} = \frac{431453}{86467} = 4{,}98;$$

2) коэффиціентъ скольженія въ плоскости основанія:

$$m_1 = \frac{fv}{Q_0} = \frac{0{,}50 \times 126987}{23722} = \frac{63494}{23722} = 2{,}68;$$

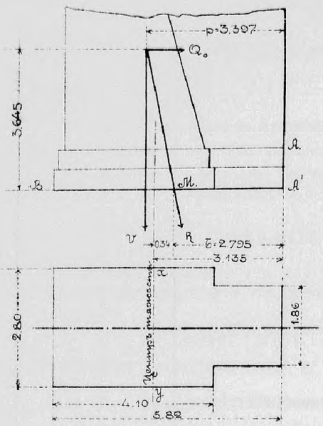
3) величина средняго давленія на грунтъ:

$$\sigma_0 = \frac{v}{w} = \frac{126987}{84^2(4{,}10 \times 2{,}80 + 1{,}86 \times 1{,}72)} = \frac{126987}{7056 \times 14{,}68} = \frac{126987}{103582} = 1{,}24 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ v и горизонтальныхъ Q_0 силъ R пересѣкаетъ подошву основанія подпорной стѣнки въ точкѣ M, отстоящей отъ ребра A въ разстояніи:

$$Б = p - \frac{Q_0(q_0+1,00)}{v} = 3,397 - \frac{86467}{126987} = 3,397 - 0,602 = 2,795 \text{ саж.},$$

Черт. 2.



а отъ центра тяжести площади основанія въ разстояніи:

$$a = \frac{2,80\times5,82\times2,91 - 0,94\times1,72\times0,86}{2,80\times5,82 - 0,94\times1,72} - 2,795 =$$

$$= \frac{47,421 - 1,391}{16,296 - 1,617} - 2,795 = \frac{46,03}{14,68} - 2,795 =$$

$$= 3,135 - 2,795 = 0,34 \text{ саж.}$$

Наименьшее давленіе на грунтъ около ребра B равно:

$$\sigma_{min} = \sigma_0 - \frac{Mz}{J},$$

гдѣ: $M = vd = 126987\times0,34 = 43176$ пудо-саж.

$z = 5,82 - 3,135 = 2,685$ саж.

Моментъ инерціи фигуры основанія относительно линіи, проходящей чрезъ центръ тяжести ея:

$$J = \frac{5,82^3\times2,80 - 1,72^3\times0,94}{3} - 14,68\times3,135^2 = 38,24.$$

$$\sigma_{min} = 1,24 - \frac{43176\times2,685}{38,24\times7056} = 1,24 - 0,43 = 0,81 \text{ пуд.}$$

на квадратный дюймъ.

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра A' равно:

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \frac{Mz'}{J}, \text{ гдѣ } z' = 3,135 \text{ саж.}$$

$$\sigma_{max} = 1,24 + \frac{43176\times3,135}{38,24\times7056} = 1,24 + 0,52 = 1,78 \text{ пуд. на квадр. дюймъ.}$$

На самомъ дѣлѣ наибольшее давленіе σ_{max} на грунтъ не достигнетъ вычисленной величины, такъ какъ мы не приняли во вниманіе при вычисленіи давленія конуса на лицевую поверхность стѣнки.

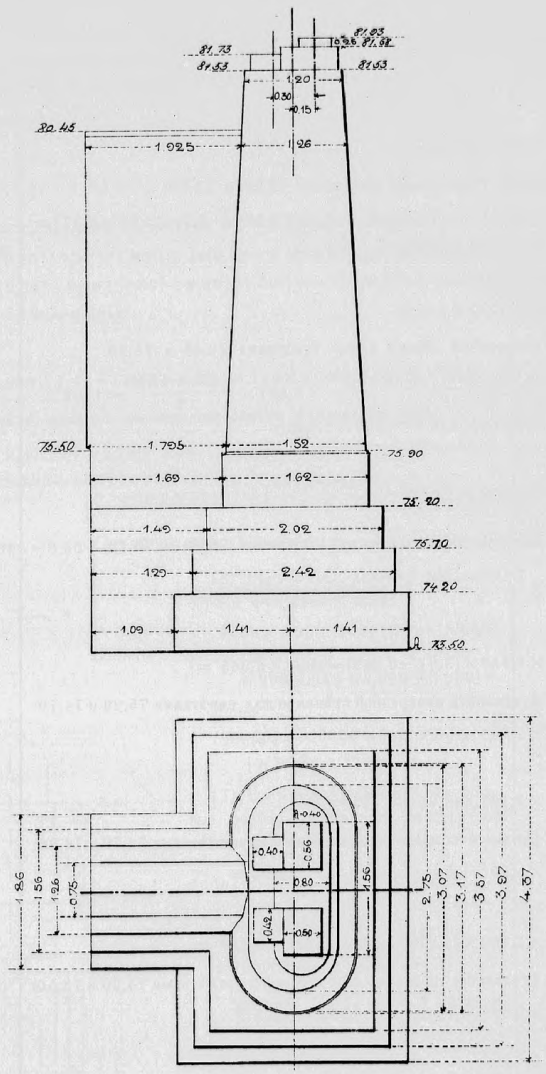
Ввиду того, что среднее давленіе на грунтъ въ 1,24 пуд. на кв. дюймъ почти равно допускаемому на песчаноглинистые грунты, то рѣшено забить подъ основаніе 108 штукъ 6-ти вершковыхъ свай.

Давленіе на одну 6-ти вершковую сваю составляетъ $\frac{126987}{108} = 1176$ пудовъ.

II. Повѣрка устойчивости берегового быка.

	Пуды.	Пудо-саж.
Вертикальныя силы, дѣйствующія на береговой быкъ и часть поперечной стѣнки до щели вмѣстѣ съ фундаментомъ и ихъ моменты относительно ребра A въ плоскости основанія:		
1) Вѣсъ подферменныхъ камней 15 саж. пролета:		
$2\times0,56\times0,50\times0,25\times1300 = 1300\times0,14 =$	182	
Моментъ $1300\times0,14\times(1,42-0,15) = 182\times1,27 =$	—	231
2) Вѣсъ подферменныхъ камней 6 саж. пролета:		
$2\times0,42\times0,40\times0,20\times1300 = 1300\times0,067 =$	87	
Моментъ $1300\times0,067(1,42+0,30) = 87\times1,72 =$	—	150

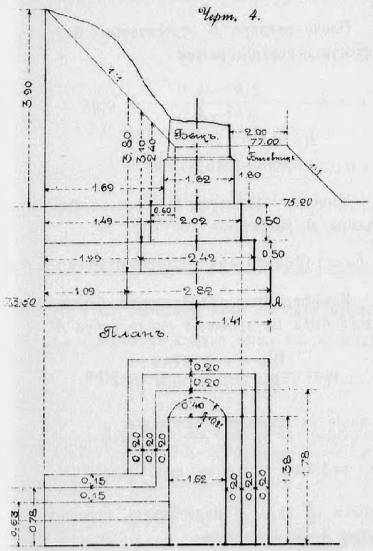
Черт. 3.



	Пуды.	Пудо-саж.
3) Вѣсъ надстройки для 15 саж. пролета:		
$1300\times(1,56\times0,80+\pi\times0,40^2)0,15 = 1300\times0,315 =$	410	
Моментъ $1300\times0,315\times(1,42-0,15) = 410\times1,27 =$	—	521
4) Вѣсъ быка между отмѣтками 81,53 и 75,90:		
$1300\times\frac{1,20\times1,56+\pi\times0,60^2+1,52\times1,56+\pi\times0,76^2}{2}\times5,63 =$		
$= 1300\times20,237 =$	26308	
Моментъ $1300\times20,237\times1,41 =$	—	37094

	Пуды.	Пудо-саж
5) Вѣсъ цоколя быка между отмѣтками 75,90 и 75,20:		
$1300\times(1,62\times1,56+\pi\times0,81^2)\times0,70=1300\times3,212=$	4176	
Моментъ:		
$1300\times3,212\times1,41=$	—	5888
6) Фундаментъ быка между отмѣтками 75,20 и 73,50:		
$1300\times[0,50\times(2,02\times3,57+2,42\times3,97)+0,70\times2,82\times4,37]=$ $=1300\times17,035=$	22146	
Моментъ:		
$1300\times17,035\times1,41=$	—	31226
7) Вѣсъ поперечной стѣнки между отмѣтками 80,45 и 75,90:		
$1300\left(\frac{0,05\times0,75}{2}+\frac{0,75+1,19}{2}\times4,45\right)\times\frac{1,925+1,795}{2}=1300\times$ $\times4,316\times1,860=1300\times8,028=$	10436	
Моментъ:		
$1300\times8,028\times\left(3,91-\frac{1,925+1,795}{2}\right)=10436\times2,05=$	—	21394
8) Вѣсъ поперечной стѣнки между отмѣтками 75,90 и 75,20:		
$1300\times\frac{1,19+1,26}{2}\times1,69\times0,70=1300\times1,449=$	1884	
Моментъ:		
$1300\times1,449\times(3,91-0,845)=1884\times3,065=$	—	5774
9) Вѣсъ фундамента поперечной стѣнки между отмѣтками 75,20 и 74,70:		
$1300\times1,56\times0,50\times1,49=1300\times1,162=$	1511	
Моментъ:		
$1300\times1,162\times(3,91-0,745)=$	—	4782
10) Вѣсъ фундамента поперечной стѣнки между отмѣтками 74,70 и 74,20:		
$1300\times1,29\times0,50\times1,86=1300\times1,199=$	1559	
Моментъ:		
$1300\times1,199\times(3,91-0,645)=1559\times3,265=$	—	5090
11) Вѣсъ фундамента поперечной стѣнки между отмѣтками 74,20 и 73,50:		
$1300\times1,09\times0,70\times1,86=1300\times1,419=$	1845	
Моментъ:		
$1300\times1,419\times(3,91-0,545)=1845\times3,365=$	—	6208
12) Давленіе на быкъ отъ постоянной и временной нагрузки 15 саж. пролета (см. расчетъ верхняго строенія пролета 15 саж.):		
$2(978+3616)=2\times4594=$	9188	
Моментъ:		
$9188\times(1,41-0,15)=9188\times1,26=$	—	11577

	Пуды.	Пудо-саж.
13) Давленіе на быкъ отъ постоянной и временной нагрузки 6 саж. пролета (см. пояснительную записку къ проекту верхняго строенія моста отверстіемъ 6 саж. изъ литого желѣза):		
$2\times2186,28=$	4373	
Моментъ:		
$4373\times(1,41-0,28)=$	—	7390
14) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента быка:		
$1000\times[0,80\times2,02\times1,80+0,40(2,42\times2,30+2,82\times2,80)+0,40\times$ $\times0,60^2+0,20\times0,80^2+0,20\times1,00^2]=1000(6,930+0,144+$ $+0,128+0,20)=$	7402	
Моментъ:		
$1000(6,930\times1,41+0,144\times2,22+0,128\times2,36+0,20\times2,49)=$.	—	10891
15) Вѣсъ земли, давящей на передніе обрѣзы фундамента быка:		
$1000\times0,20(1,80\times2,76+2,30\times3,56+2,80\times3,96)=200(4,968+$ $+8,188+11,088)=$	4849	
Моментъ:		
$200(4,968\times0,50+8,188\times0,30+11,088\times0,10)=$	—	1210
16) Вѣсъ земли, давящей на задніе обрѣзы фундамента быка:		
$1000\times0,20(2,30\times1,76+3,00\times$ $\times2,00+3,70\times2,40)=$ $=200(4,048+6,000+8,880)=$	3786	
Моментъ:		
$200(4,048\times2,32+6,000\times2,52+$ $+8,880\times2,72)=$	—	9733
17) Вѣсъ земли, давящей на боковые обрѣзы фундамента поперечной стѣнки между быкомъ и щелью:		
$1000\left(\frac{3,90+2,40}{2}\times1,49\times0,56+\right.$ $\left.+\frac{4,40+3,60}{2}\times1,29\times0,30\right)=$ $=1000(2,628+1,548)=$	4176	
Моментъ $1000\left\{2,628\times\left(2,42+\right.\right.$ $\left.+\frac{1,49}{3}\times\frac{2\times3,90+2,40}{3,90+2,40}\right)+1,548\times$ $\times\left(2,62+\frac{1,29}{3}\times\frac{2\times4,40+3,60}{4,40+3,60}\right)=$ $=1000(2,628\times3,224+1,548\times$ $\times3,286)=$	—	13560
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на быкъ $W=$	104318	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра A равенъ $Wv=$	—	172719



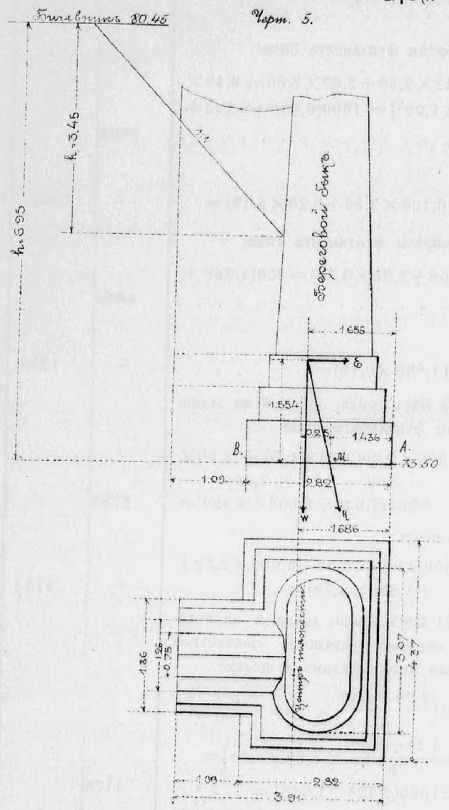
Плечо равнодѣйствующей W относительно ребра A равно:

$$v=\frac{Wv}{W}=\frac{172719}{104318}=1{,}655 \text{ саж.}$$

Вычислимъ коэффиціентъ устойчивости быка въ самомъ невыгодномъ предположеніи для устойчивости сооруженія, именно: допустимъ, что размывъ у береговаго быка достигъ отмѣтки заложенія основанія, т. е. 73,50.

При предположеніи, что распоръ земляного конуса на береговой быкъ равенъ:

$$E=Б\gamma\Psi(h^2-h_1^2),$$



гдѣ: $h=6{,}95$, $h_1=3{,}45$ — ширина быка, на которую распространяется распоръ;

$$Б=\frac{4{,}37+3{,}07}{2}-\frac{1{,}86+1{,}26+0{,}75}{3}=$$
$$3{,}72-1{,}29=2{,}43 \text{ саж.};$$

$\gamma=1000$ пудовъ;

$$\Psi=\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{30^0}{2}\right)=\frac{1}{2}tg^2(30^0);$$

слѣдовательно:

$$E=243\times166{,}67(48{,}3025-11{,}9025)=$$
$$=14742 \text{ пуда.}$$

Плечо распора E относительно плоскости основанія равно:

$$e=h-\frac{2(h^3-h_1^3)}{3(h^2-h_1^2)}=6{,}95-$$
$$-\frac{2(6{,}95^3-3{,}45^3)}{2(6{,}95^2-3{,}45^2)}=1{,}554.$$

Моментъ распора E относительно ребра A равенъ:

$$Ee=14742\times1{,}554=22909 \text{ пудо·саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости берегового быка на вращеніе около ребра A:

$$m=\frac{Wv}{Ee}=\frac{172719}{22909}=7{,}50.$$

Коэффиціентъ устойчивости берегового быка на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m=\frac{f_1W}{E}=\frac{0{,}50\times104318}{14742}=3{,}54.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ W и горизонтальныхъ E силъ R пересѣкаетъ подошву основанія берегового быка въ точкѣ M, отстоящей отъ ребра A въ разстояніи:

$$Б=v-\frac{Ee}{W}=1{,}655-\frac{22909}{104318}=1{,}655-0{,}219=1{,}436 \text{ саж.},$$

а отъ центра тяжести площади основанія въ разстояніи:

$$a=\frac{4{,}37\times3{,}91\times1{,}955-1{,}09\times2{,}51\times3{,}365}{4{,}37\times3{,}91-1{,}09\times2{,}51}-1{,}436=\frac{24{,}199}{14{,}35}-1{,}436=1{,}686-1{,}436=0{,}25.$$

Среднее давленіе на грунтъ равно:

$$\sigma_0=\frac{W}{\omega}=\frac{104318}{84^2(4{,}37\times3{,}71-1{,}09\times2{,}51)}=\frac{104318}{7056\times14{,}35}=\frac{104318}{101254}=1{,}03 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наименьшее давленіе на грунтъ около ребра B равно:

$$min\sigma=\sigma_0-\frac{Mz}{J},$$

гдѣ: $M=Wa=104318\times0{,}25=26080$ пудо-саж.

$z=3{,}91-1{,}686=2{,}224$ саж.

Моментъ инерціи:

$$J=\frac{3{,}91^3\times4{,}37-1{,}09^3\times2{,}51}{3}-14{,}35\times(3{,}91-1{,}686)^2=85{,}991-70{,}977=15{,}014.$$

$$min\sigma=1{,}03-\frac{26080\times2{,}224}{7056\times15{,}014}=1{,}03-0{,}55=0{,}48 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра A равно:

$$max\sigma=\sigma_0+\frac{Mz'}{J}, \text{ гдѣ } z'=1{,}686;$$

$$max\sigma=1{,}03+\frac{26080\times1{,}686}{7056\times15{,}014}=1{,}03+0{,}41=1{,}44 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Такъ какъ давленіе на грунтъ—хотя и въ исключительномъ случаѣ—достигаетъ величины (1,44 пуд. на кв. дюймъ), недопускаемой на песчаноглинистый грунтъ, то предположено подъ основаніе быка забить 87 штукъ 6-ти вершковыхъ свай, при чемъ давленіе на каждую сваю допущено въ $\frac{104318}{87}=1199$ пуд.

III. Опредѣленіе количества свай подъ рѣчной быкъ.

	Пуды
Вертикальныя силы, дѣйствующія на рѣчной быкъ:	
1) Половина временной нагрузки 30 саж. пролета составляетъ $\frac{5524\times66{,}5}{2}=$ $=183673$ килогр.=	11204
2) Половина временной нагрузки 15 саж. пролета $2\times3616=$	7232
3) Половина вѣса 30 саж. пролета $\frac{1620\times66{,}5\times2}{2}=107730$ килогр.= . . .	6572
4) Половина вѣса 15 саж. пролета $978\times2=$	1956
5) Вѣсъ кладки быка по примѣрному подсчету $1300\times89{,}21=$	115973
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на рѣчной быкъ равна	142937

Допуская на одну 6-ти вершковую сваю давленіе въ 1200 пудовъ, опредѣлимъ количество свай подъ быкъ въ $\frac{142937}{1200}=119$ штукъ. На самомъ дѣлѣ забито 125 штукъ,

Главный Инженеръ *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Старшій Инженеръ *С. Ольшевскій.*

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

По журналу Инженернаго Совѣта отъ 5 Ноября 1897 года за № 209 постановлено:

I) Одобрить планъ общаго расположенія моста чрезъ рѣку **Днѣпръ** *на 446 верстѣ Данковъ-Смоленской ж. д. и признать достаточною величину общаго отверстія названнаго моста въ 60 саж. при распредѣленіи сего отверстія на 3 пролета: средняго въ 30 саж. у двухъ боковыхъ по 15 саж. каждый, съ тѣмъ, чтобы приняты были мѣры:*

а) къ направленію весеннихъ водъ въ отверстіе моста устройствомъ струенаправляющихъ дамбъ; и

б) къ предохраненію отъ размыва полотна жел. дороги въ предѣлахъ разлива рѣки Днѣпра у мѣста расположенія названнаго моста.

II) Предоставить Инспектору по постройкѣ, по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ и по ближайшемъ выясненіи мѣстныхъ условій:

а) выборъ плана расположенія и устройства струенаправляющихъ дамбъ и другихъ сооруженій для направленія весеннихъ водъ рѣки въ отверстіе моста, а также способовъ укрѣпленія полотна желѣзной дороги въ предѣлахъ разлива рѣки, равно какъ и окончательное утвержденіе проектовъ упомянутыхъ сооруженій и устройствъ; и

б) окончательное утвержденіе глубины заложенія основаній опоръ и проекта устройства сего основанія.

За Управляющаго Департаментомъ Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Деминъ.

На копіи написано:

Вѣрно: Дѣлопроизводитель Деминъ.

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ проекту, одобренному Г. Инспекторомъ 4 Іюня 1899 года.

(Текстъ утвержденія см. внизу).

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КЪ ПРОЕКТУ ПУТЕПРОВОДА

чрезъ Ново-Петербургскую улицу ВЪ Г. СМОЛЕНСКѢ

на 498 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

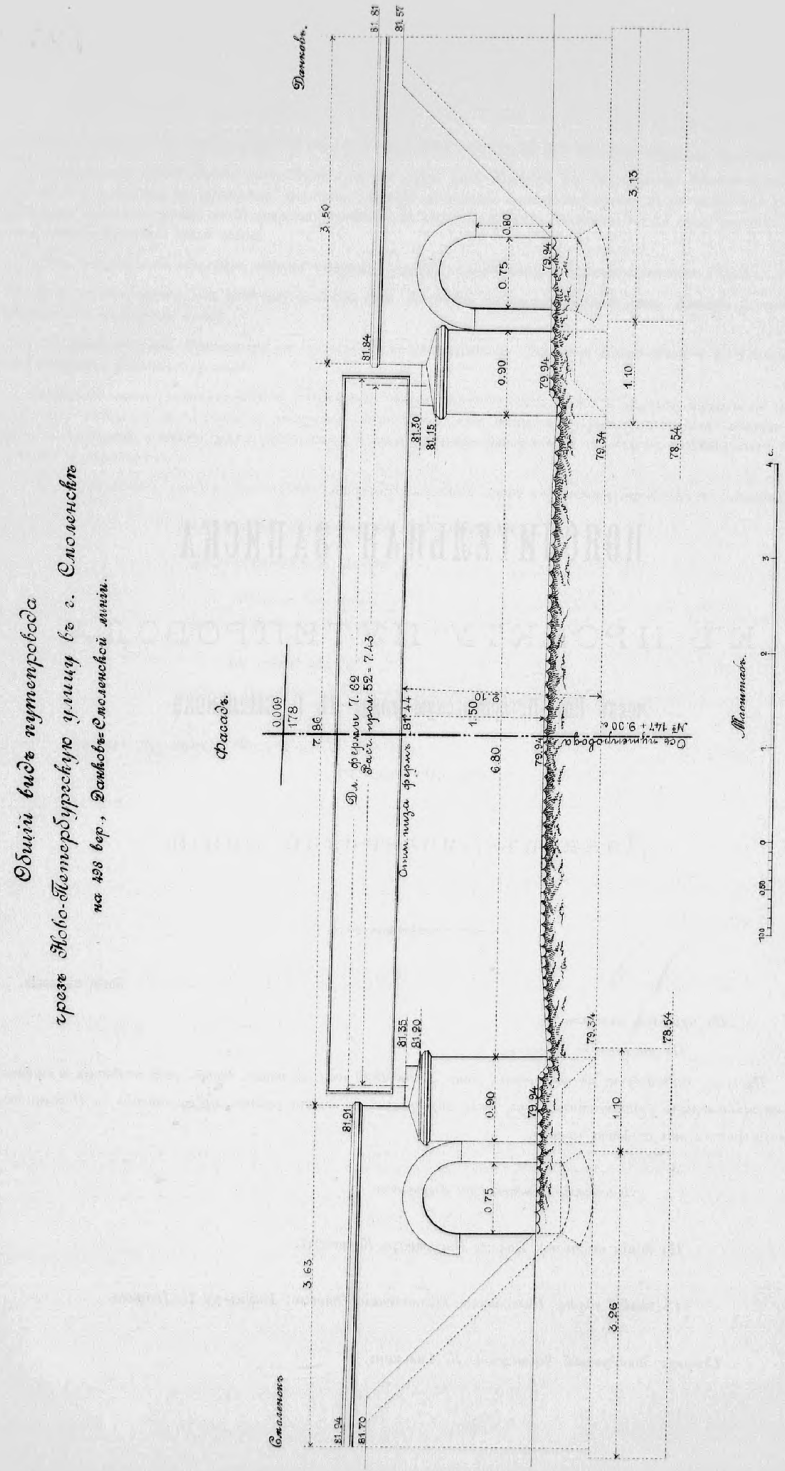
Проектъ сей одобренъ къ исполненію, Іюня 4 дня 1899 года, съ тѣмъ, чтобы родъ основанія и глубина заложенія подошвы фундаментовъ опоръ, были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

На копіи написано: Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно: Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КЪ ПРОЕКТУ ПУТЕПРОВОДА

чрезъ Ново-Петербургскую улицу города Смоленска

на 498 верстѣ

Данковъ-Смоленской линіи.

При пересѣченіи Данковъ-Смоленской линіи съ Ново-Петербургской улицей города Смоленска проектируется путепроводъ, перекрытый желѣзными фермами расчетнаго пролета 7,43 саж. съ ѣздою по низу и пролета въ свѣту 6,80 саж. Линія полотна въ мѣстѣ пересѣченія съ улицей имѣетъ уклонъ въ 0,009, и отмѣтка полотна по оси путепровода—81,64. Отмѣтка низа связей фермы по срединѣ ея—81,44; отмѣтка мостовой Ново-Петербургской улицы—79,94; такимъ образомъ высота чистаго проѣзда по оси путепровода 81,44—79,94=1,50 саж. Требуемый уклонъ въ 0,009 составитъ по длинѣ моста разность отмѣтокъ въ 0,07 саж.; чтобы получить эту разность, проектировано одинъ подферменный камень поставить на 0,05 саж. выше другого и увеличить высоту мостовыхъ поперечинъ отъ 10″ до 12″.

Сквозные колодцы въ устояхъ путепровода шириною въ 0,75 саж. предназначаются для пѣшеходовъ.

Устои путепровода проектированы съ такимъ расчетомъ, чтобы имѣть возможность въ будущемъ понизить отмѣтку улицы до 79,34, то есть на 79,94—79,34=0,60 саж. Въ такомъ пониженіи можетъ явиться необходимость въ случаѣ проведенія по Ново-Петербургской улицѣ электрическаго трамвая, по габариту котораго необходима свободная высота проѣзда въ 100 верш.= =2,08 саж. При отмѣткѣ улицы въ 79,34 и отмѣткѣ низа связей фермы въ 81,44 высота проѣзда по оси путепровода составитъ 81,44—79,34=2,10 саж., понижаясь къ Данковскому устою до 2,08 саж.

Опоры путепровода.

Основаніе подъ опорами предположено естественное, съ заложеніемъ обѣихъ опоръ не выше отмѣтки 78,54.

Устои спроектированы со сквозными колодцами, шириною 0,75 саж., предназначенными для пѣшеходовъ, съ сводчатымъ перекрытіемъ.

Размѣры свода и опоръ его повѣрены расчетомъ.

Повѣрка устойчивости.

Величина горизонтальной силы распора земли и временной нагрузки за устоемъ на 1 пог. саж. опредѣляется по формулѣ:

$$Q=\gamma\times{}^1/_2 tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H_1(H_1+2h_1),\ \text{гдѣ:}$$

γ—вѣсъ 1 куб. саж. земли=1000 пуд.

φ—уголъ естественнаго откоса земли=35°:

$${}^1/_2 tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=0{,}136,$$

H_1—высота насыпи за устоемъ.

Разсматривая Смоленскій устой и опредѣляя распоръ земли отдѣльно до фундамента и до плоскости основанія его, будемъ имѣть соотвѣтствующія значенія для H_1:

$$H_1' = 81{,}70 - 79{,}34 = 2{,}36 \text{ саж.}$$

$$H_1'' = 81{,}70 - 78{,}54 = 3{,}16 \text{ саж.}$$

h_1 — высота слоя земли, соотвѣтствующаго нагрузкѣ паровозомъ.

Высота эта, согласно указанію въ курсѣ профессора Николаи (см. новое изданіе часть I стр. 487) опредѣляется слѣдующимъ образомъ.

Допуская, что въ предѣлахъ балластнаго слоя давленіе передается подъ угломъ въ 45^0, давленіе 4-хъ-оснаго паровоза распредѣляется на четыреугольникъ, площадь котораго:

$$(1{,}83 + 2 \times 0{,}24)\ (1{,}25 + 2 \times 0{,}24) = 4{,}00 \text{ кв. саж.}$$

и высота земляного столба, эквивалентная вѣсу паровоза въ 60 тоннъ:

$$h = \frac{60 \times 61}{1000 \times 4} = 0{,}915 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно:

$$Q_I = 1000 \times 0{,}136 \times 2{,}36 \times 4{,}19 = 1345 \text{ пуд.}$$

$$Q_{II} = 1000 \times 0{,}136 \times 3{,}16 \times 4{,}99 = 2145 \text{ пуд.}$$

Соотвѣтственно плечо горизонтальныхъ распоровъ:

$$q_I = \frac{H_1'}{3} \times \frac{H_1' + 3h_1}{H_1' + 2h_1} = \frac{2{,}36}{3} \times \frac{5{,}105}{4{,}19} = 0{,}96 \text{ саж.}$$

$$q_{II} = \frac{H_1''}{3} \times \frac{H_1'' + 3h_1}{H_1'' + 2h_1} = \frac{3{,}16}{3} \times \frac{5{,}905}{4{,}99} = 1{,}24 \text{ саж.}$$

Моментъ силы распора на 1 пог. саж. относительно плоскости фундамента:

$$Q_I q_I = 1345 \times 0{,}96 = 1291 \text{ пудо-саж.}$$

Моментъ силы распора на 1 пог. саж. относительно подошвы устоя:

$$Q_{II} q_{II} = 2145 \times 1{,}24 = 2660 \text{ пудо-саж.}$$

Напоръ земли спереди устоя на фундаментъ на 1 пог. саж.:

$$Q' = \gamma \times {}^1/_2 tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right) H^2, \text{ гдѣ: } H = 0{,}80 \text{ саж.}$$

$$Q' = 1000 \times 0{,}136 \times 0{,}80^2 = 87 \text{ пуд.}$$

Плечо напора:

$$q' = \frac{0{,}80}{3} = 0{,}267.$$

Моментъ напора относительно подошвы устоя:

$$Q'q' = 87 \times 0{,}267 = 23 \text{ пог. саж.}$$

Равнодѣйствующая горизонтальныхъ силъ 1 на пог. саж. до подошвы устоя:

$$Q = Q_{II} - Q' = 2145 - 87 = 2058 \text{ пуд.}$$

Моментъ ея относительно подошвы устоя:

$$Qq = Q_{II} q_{II} - Q'q' = 2660 - 23 = 2637 \text{ пудо-саж.}$$

Перемѣщенію устоя препятствуетъ вѣсъ его и сила тренія подошвы о грунтъ.

Вычисленіе вѣса отдѣльныхъ частей устоя на 1 пог. саж. (безъ обратныхъ стѣнокъ) и моментовъ ихъ относительно передняго ребра расположено въ слѣдующей таблицѣ.

№№	Данныя.	Объемы куб. саж.	Плечи саж.	Моменты.
	Кладка безъ вычета колодцевъ.			
1	3,63×0,62.			
	Плечо 4,16 − ½×3,63	2,251	2,345	5,279
2	4,16×1,86.			
	Плечо $\frac{4{,}16}{2} = 2{,}08$	7,738	2,08	16,095
		9,989		21,374
	Колодцы.			
1	$\frac{0{,}33}{2}(3{,}38 + 3{,}08)$.			
	Плечо $4{,}16 - {}^1/_2 \frac{3{,}38 + 3{,}08}{2} =$	1,066	2,545	2,713
2	$\frac{0{,}10}{2} \times 1{,}14$.			
	Плечо $4{,}16 - 1{,}69 - 0{,}25 - \frac{1{,}14}{2}$.	0,057	1,65	0,094
3	1,69×0,55.			
	Плечо 4,16 − ½×1,69	0,930	3,315	3,083
4	1,59×0,50.			
	Плечо 4,16 − ½×1,59	0,795	3,365	2,675
5	1,49×0,50.			
	Плечо 4,16 − ½×1,49	0,745	3,415	2,544
6	0,40×0,60.			
	Плечо 4,16 − ½×0,40	0,240	3,96	0,950
7	$\left(\frac{\pi \times 0{,}75^2}{8} + 1{,}08 \times 0{,}75 + 0{,}091 \times 0{,}75\right)$.			
	Плечо $\frac{0{,}75}{2} + 1{,}12$	1,096	1,495	1,639
		4,929		13,698
	Объемъ кладки устоя на 1 пог. саж.:			
	9,989 − 4,929 = ...	5,060		
	Вѣсъ кладки устоя на 1 пог. саж.:			
	1300×5,06 = 6578 пуд.			
	Вѣсъ земли на обрѣзахъ устоя на 1 пог. саж.:			
	1000(0,50×1,09 + 0,50×1,19 + 0,76×1,29) = = 1000×2,12 = 2120 пуд.			

Полный вѣсъ, сопротивляющійся распору:

$$W=6578+2120=8698 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса кладки на 1 пог. саж. относительно передняго ребра устоя:

$$W_1w_1=(21,374=13,698)\times 1300=7,676\times 1300=9979 \text{ пудо-саж.}$$

Моментъ вѣса земли на обрѣзахъ устоя:

$$W_2w_2=1000(0,50\times 1,09\times 3,415+0,50\times 1,19\times 3,365+0,76\times 1,29\times 3,315)=1000\times 7,112=$$
$$=7112 \text{ пудо-саж.}$$

Полный моментъ вѣса кладки и земли на обрѣзахъ на 1 пог. саж. относительно передняго ребра устоя:

$$Ww=W_1w_1+W_2w_2=9979+7112=17091 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости опредѣлены въ предположеніи, что устой свободенъ отъ нагрузки фермой.

Тогда въ плоскости фундамента будемъ имѣть такіе коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе:

$$m_1=\frac{Ww}{Q_1q_1}=\frac{17091}{1291}=13,24;$$

2) на скольженіе:

$$m_2=\frac{fW}{Q_1},$$

гдѣ: f—коэффиціентъ тренія кладки о кладку $=0,70$:

$$m_2=\frac{0,70\times 8698}{1345}=4,53.$$

Для опредѣленія коэффиціентовъ устойчивости въ плоскости основанія къ вышеопредѣленному вѣсу слѣдуетъ прибавить вѣсъ фундамента и земли на обрѣзѣ его:

$$W'=8698+4,01\times 0,80\times 1300=8698+4170=12868 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса относительно передняго ребра фундамента:

$$W'w'=8698\times\left(\frac{17091}{8698}+0,10\right)+4170\times 2,005=17918+8361=26279 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе:

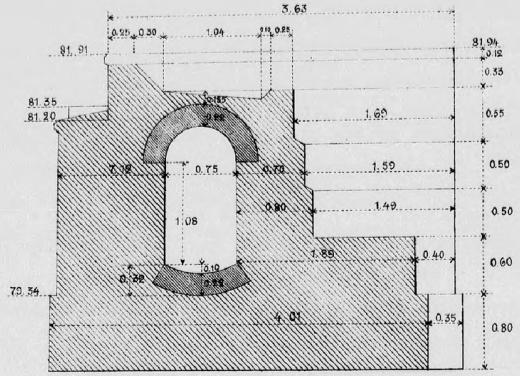
$$m_1'=\frac{W'w'}{Qq}=\frac{26279}{2637}=\backsim 10;$$

2) на скольженіе:

$$m_2'=\frac{fW'}{Q},$$

гдѣ; f—коэффиціентъ тренія кладки о грунтъ $=0,57$:

$$m_2'=\frac{0,57\times 12868}{2058}=\frac{7335}{2058}=3,56.$$



Давленіе на грунтъ.

При опредѣленіи давленія на грунтъ необходимо, помимо вышеперечисленныхъ силъ, принять во вниманіе еще вѣсъ пролетныхъ частей фермъ и временной нагрузки на мосту:

1) Вѣсъ 2-хъ фермъ съ ѣздою по низу расчетнаго пролета 37′ и опорныхъ частей . . . . . = 980 пуд.

2) Вѣсъ верхняго строенія проѣзжей части . . . . . = 384 „

3) Вѣсъ расчетной подвижной нагрузки, соотвѣтствующей наибольшему перерѣзывающему усилію у опоръ расчетнаго пролета въ 37′ по вновь установленной схемѣ подвижной нагрузки 179,3×37 . . . . . =6634 „

Всего . . . . 7998 пуд.,

а на каждый устой:

$$\frac{7998}{2}=3999 \text{ пуд.}$$

При ширинѣ устоя въ 3,36 саж. нагрузка на 1 пог. саж.:

$$\frac{3999}{3,36}=1190 \text{ пуд.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ на 1 пог. саж. устоя:

$$W_0=12868+1190=14058 \text{ пуд.}$$

Моментъ равнодѣйствующей относительно передняго ребра фундамента:

$$W_0w_0=26279+1190\times 0,415=26773 \text{ пудо-саж.}$$

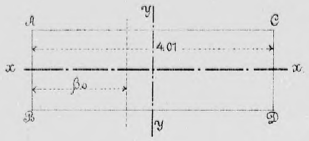
Плечо равнодѣйствующей:

$$w_0=\frac{26773}{14058}=1,90 \text{ саж.}$$

Площадь основанія устоя на 1 пог. саж. $\Omega=4,01$ кв. саж.

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0=\frac{W_0}{\Omega}=\frac{14058}{4,01}=3506\ \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}}=\backsim 0,50\ \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. дюйм.}}$$



Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ плоскость основанія въ точкѣ, отстоящей отъ передняго ребра фундамента на разстояніи:

$$\beta_0 = w_0 - \frac{Qq}{W_0} = 1{,}90 - \frac{2637}{14058} = 1{,}90 - 0{,}19 = 1{,}71 \text{ саж.},$$

что $> \frac{4{,}01}{3} = 1{,}34$ саж. и слѣдовательно, равнодѣйствующая не выходитъ изъ средней трети.

Наибольшее и наименьшее давленіе на грунтъ опредѣлятся по формулѣ неравномѣрнаго сжатія:

$$\sigma = W_0\left(\frac{Xx}{Yy} + \frac{1}{\Omega}\right), \text{ гдѣ:}$$

X = координата центра давленія относительно оси, проходящей чрезъ центръ тяжести основанія:

$$2{,}005 - 1{,}71 = 0{,}295 \text{ саж.};$$

x — координата относительно той же оси точки, давленіе въ которой изслѣдуется;

Yy — моментъ инерціи сѣченія относительно той же оси:

$$Yy = \frac{4{,}01^3}{12} = 5{,}373 \text{ саж.}^4$$

Наибольшее и наименьшее давленія будутъ у реберъ AB и CD при $x_1 = 2{,}005$ саж. и $x_2 = -2{,}005$ саж.:

$$\sigma_{maxAB} = 14058\left(\frac{0{,}295 \times 2{,}005}{5{,}373} + \frac{1}{4{,}01}\right) = 14058(0{,}11 + 0{,}25) = 5061 \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}} =$$

$$= \backsim 0{,}72 \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. дюйм.}}$$

$$\sigma_{minCD} = 14058\left(-\frac{0{,}295 \times 2{,}005}{5{,}373} + \frac{1}{4{,}01}\right) = 14058(-0{,}11 + 0{,}25) = 1968 \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}} > 0.$$

Полученное наибольшее давленіе на грунтъ въ $0{,}72 \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}}$ можетъ быть безопасно допущено.

Повѣрка глубины заложенія фундамента.

Среднее давленіе на грунтъ найдено выше равнымъ:

$$\sigma_0 = 3506 \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}}$$

Высота земляного столба, производящаго одинаковое давленіе:

$$H_1 = \frac{3506}{1000} = 3{,}506 \text{ саж.}$$

Глубина заложенія фундамента, согласно формулѣ Паукера, должна быть:

$$h > H_1 tg^4\left(\frac{90 - \varphi}{2}\right), \text{ гдѣ:}$$

$$\varphi = 35^0 \text{ и } tg^4\left(\frac{90 - 35}{2}\right) = 0{,}073.$$

Слѣдовательно:

$$h > 3{,}506 \times 0{,}073 = 0{,}256 \text{ саж.}$$

Дѣйствительная наименьшая глубина заложенія:

$$H = 0{,}80 \text{ саж.}$$

и коэффиціентъ прочности противъ выпиранія грунта:

$$\lambda = \frac{H}{h} = \frac{0{,}80}{0{,}256} = 3{,}13 > 2{,}75.$$

Такимъ образомъ устойчивость и прочность опоръ обезпечены во всѣхъ отношеніяхъ.

Ниже приложенъ графико-аналитическій расчетъ свода, перекрывающаго колодцы въ устояхъ, а также повѣрка устойчивости отдѣльно передней и задней стѣнокъ, для первой противъ скольженія и вращенія отъ распора свода, а для второй, разсматривая ее какъ подпорную стѣнку, подверженную съ одной стороны распору земли и временной нагрузки, а съ другой распору свода лишь отъ постоянной нагрузки, то есть отъ вѣса надсводной кладки устоя.

Опредѣленіе распора свода графико-аналитическимъ путемъ.

Нагрузка надъ сводомъ, приведенная къ матеріалу его, состоитъ изъ:

1) временной нагрузки, эквивалентной вѣсу паровоза въ 60 тоннъ, равной высотѣ земляного столба въ 0,915 саж. (по Николаи);

2) толщины балластнаго слоя и земляной насыпки — 0,42 саж.;

3) кладки надъ сводомъ въ 0,155 саж.

При приведеніи къ матеріалу свода, общая высота нагрузки:

$$(0{,}915 + 0{,}42) \times \frac{1000}{1300} + 0{,}155 = 1{,}18 \text{ саж.}$$

Опредѣленіе распора свода.

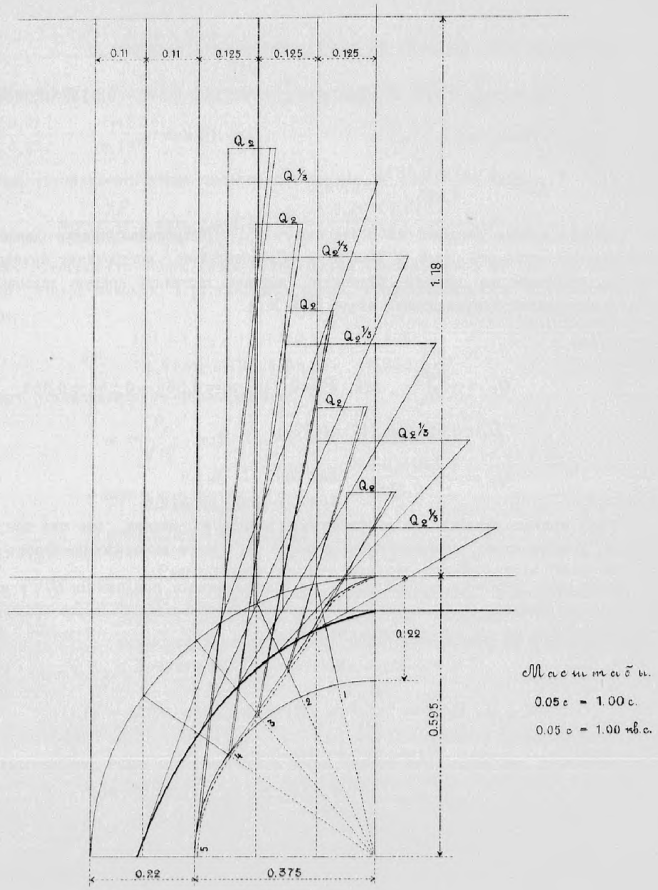


Таблица вертикальныхъ силъ надъ сводомъ.

№№ швовъ.	Ширина части a	Высота h	Площадь $ah=\omega$	Плечо центра тяги каждой части до ключа.	Моменты отдѣльныхъ площадей до ключа.	Площади 1, 2, 3 и т. д. частей вмѣстѣ.	Сумма моментовъ 1, 2, 3 и т. д. частей вмѣстѣ.	Общее плечо суммы площадей до центра.
1	0,125	1,40	0,175	0,0625	0,0109	0,175	0,0109	0,063
2	0,125	1,45	0,181	0,1875	0,0339	0,356	0,0448	0,126
3	0,125	1,56	0,195	0,3125	0,0609	0,551	0,1057	0,192
4	0,11	1,775	0,195	0,43	0,0839	0,746	0,1896	0,254
5	0,11	1,775	0,195	0,54	0,1053	0,941	0,2949	0,313
			$\Sigma\omega=0,941$		$\Sigma\omega b=0,2949$			$\frac{\Sigma\omega b}{\Sigma\omega}=0,313$

Предполагая шовъ перелома въ пятахъ, имѣемъ для распора:

$$Q_z=\frac{Pp}{H}\text{, гдѣ: } P=\Sigma\omega;\ p=\frac{l}{2}-0,313=0,375-0,313=0,062;$$

$$H=0,595;$$

$$Q_z=\frac{0,941\times0,062}{0,595}=0,098.$$

Строимъ кривую давленія съ полученнымъ Q_z. Построенная кривая давленія (пунктиромъ) наиболѣе отдаляется отъ свода у шва № 4. Слѣдовательно, построенная кривая не есть кривая давленія, требуемое же давленіе будетъ то, которое заставитъ кривую давленія только что коснуться внутренней направляющей около шва № 4.

Беремъ:

$$Q_z'=\frac{P_4p_4}{H_4}\text{, гдѣ: } P_4=0,746;\ p_4=0,306-0,254=0,052;$$

$$H_4=0,595-0,217=0,378;$$

$$Q_z'=\frac{0,746\times0,052}{0,378}=0,103.$$

Строя кривую давленія съ полученнымъ распоромъ, видимъ, что она вся находится внутри свода и, слѣдовательно, горизонтальное давленіе Q_z' будетъ искомымъ распоромъ противъ вращенія.

Имѣя шовъ перелома, опредѣленный въ предположеніи приложенія Q_z', у направляющей свода, можно опредѣлить $Q_z^{1/3}$, взявъ сумму моментовъ относительно точки вращенія въ швѣ перелома, отстоящей на $^1/_3$ отъ внутренняго ребра.

Имѣемъ:

$$Q_z^{1/3}=\frac{P_4p_4'}{H_4'}\text{, гдѣ: } p_4'=0,365-0,254=0,111;$$

$$H_4'=0,522=0,26=0,262;$$

$$Q_z^{1/3}=\frac{0,746\times0,111}{0,262}=0,316.$$

Найденное $Q_z^{1/3}$ принимаемъ за дѣйствительный распоръ свода и строимъ практическую кривую давленія, не вычисляя отдѣльно распора противъ скольженія, который завѣдомо $<Q_z^{1/3}$.

Слѣдуя при повѣркѣ прочности свода гипотезѣ Навье, будемъ имѣть слѣдующія условія прочности:

давленіе на 1 кв. дюймъ (въ пудахъ):

1) для замка:

$$\frac{2Q_z}{c}\gtrless R_3;\quad \frac{2\times0,316}{0,22}\times\frac{1300}{49\times144}=0,53\text{ пуд.}$$

2) для шва перелома:

$$\frac{2P}{c}\gtrless R_3;\quad \frac{2\times0,82}{0,22}\times\frac{1300}{49\times144}=1,38\text{ пуд.}$$

при чемъ $P=\sqrt{P_4^2+Q_z^2}=\sqrt{0,746^3+0,316^2}=0,82.$

Повѣряя устойчивость свода относительно опрокидыванія въ сторону фермъ въ плоскости пятъ принимаемъ, что распору сопротивляется только собственный вѣсъ устоя и нагрузка надъ нимъ; тогда имѣемъ:

$$mQ_zH=P_1p_1;\quad m=\frac{P_1p_1}{Q_zH_1'}\text{, гдѣ:}$$

$$P=0,941+0,53\times0,46+0,37\times1,17=1,618;$$

$$p=\frac{0,941(0,282+0,90)+0,53\times0,46\times0,265+0,37\times1,17\left(0,53+\frac{0,37}{2}\right)}{1,618}=\frac{1,487}{1,618}=0,917;$$

$$Q_z=0,316;\ H=0,522;$$

$$m=\frac{1,618\times0,917}{0,316\times0,522}=\frac{1,487}{0,165}=9,01.$$

Коэффиціентъ устойчивости свода противъ скольженія въ плоскости пятъ:

$$m=\frac{fP}{Q}\text{, гдѣ: } f=0,70;\ m=\frac{0,70\times1,618}{0,316}=3,58.$$

Для повѣрки устойчивости опоры свода относительно опрокидыванія въ сторону фермъ, опредѣлимъ разстояніе центра тяжести вертикальныхъ силъ, сопротивляющихся опрокидыванію, отъ наружнаго ребра:

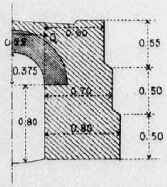
$$z=\frac{1,487+1,12\times1,08+0,56}{1,618+1,12\times1,08}=\frac{2,165}{2,828}=0,766.$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе:

$$m=\frac{P_z}{Q_zq}\text{, гдѣ: } P_z=2,165;\ Q_z=0,316;$$

$$m=\frac{2,165}{0,316\times1,602}=\frac{2,165}{0,506}=4,28;$$

$$q=0,522+1,08=1,602.$$



Разсматривая затѣмъ заднюю стѣнку устоя какъ подпорную стѣнку, указанныхъ на чертежѣ размѣровъ, подверженную съ одной стороны распору земли и временной нагрузки, а съ другой распору свода отъ вѣса надсводной части, опредѣлимъ тотъ и другой распоръ и моменты ихъ относительно плоскости AB:

$$Q_1=\gamma\times{}^1/_2hg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H_1(H_1+2h_1),$$

гдѣ всѣ величины имѣютъ тоже значеніе, что и выше, кромѣ $H_1=1,76$:

$$Q=1000\times0,136\times1,76\times3,59=859\text{ пуд.}$$

$$q=\frac{H_1}{3}\times\frac{H_1+3h_1}{H_1+2h_1}=\frac{1,76}{3}\times\frac{4,505}{3,59}=0,739\text{ саж.}$$

$$Qq=859\times0,739=635\text{ пудо-саж.}$$

Распоръ свода отъ вѣса надсводной части опредѣлится по вышеприведенной формулѣ:

$$Q_z^{1/3} = \frac{P_4 p_4'}{H_4'},$$

подставляя сюда:

$$P = 0{,}746 - (0{,}125 \times 3 + 0{,}11)\ (1{,}40 - 0{,}70) = 0{,}746 - 0{,}340 = 0{,}406,$$

при чемъ величина 0,70 составляетъ высоту временной нагрузки, приведенной къ матеріалу свода:

$$Q_z^{1/3} = \frac{0{,}406 \times 0{,}111}{0{,}262} = 0{,}172 \text{ кв. саж.}$$

или въ пудахъ на 1 пог. саж. $Q_z^{1/3} = 0{,}172 \times 1300 = 224$ пуд.

Моментъ распора:

$$Q_z^{1/3} \times q_z = 224 \times 1{,}322 = 296 \text{ пудо-саж.}$$

Сопротивляющійся вѣсъ стѣнки и земли на обрѣзахъ на 1 пог. саж.:

$$W = (0{,}80 \times 0{,}50 + 0{,}70 \times 0{,}30 + 0{,}48 \times 0{,}20 + 0{,}38 \times 0{,}55)1300 + (0{,}10 \times 0{,}50 + 0{,}20 \times 1{,}00 + 0{,}38 \times 0{,}45) \times 1000 = 1611 \text{ пуд.}$$

Моментъ относительно передняго ребра:

$$Ww = (0{,}40 \times 0{,}40 + 0{,}21 \times 0{,}35 + 0{,}096 \times 0{,}46 + 0{,}209 \times 0{,}41)1300 + (0{,}05 \times 0{,}75 + 0{,}20 \times 0{,}65 + 0{,}171 \times 0{,}41)1000 = 711 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе:

$$m_1 = \frac{PWw}{Qq - Q_z q_z} = \frac{711}{635 - 296} = 2{,}1;$$

2) на скольженіе:

$$m_2 = \frac{W}{Q - Q_z} = \frac{0{,}70 \times 1611}{859 - 224} = 1{,}78.$$

Такимъ образомъ прочность свода и устойчивость передней и задней стѣнокъ устоя обезпечены во всѣхъ отношеніяхъ.

За Главнаго Инженера *А. Мурзо.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Н. Рокотовъ.*

Къ проекту, одобренному Г. Инспекторомъ Сентября 14 дня 1898 года.

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ

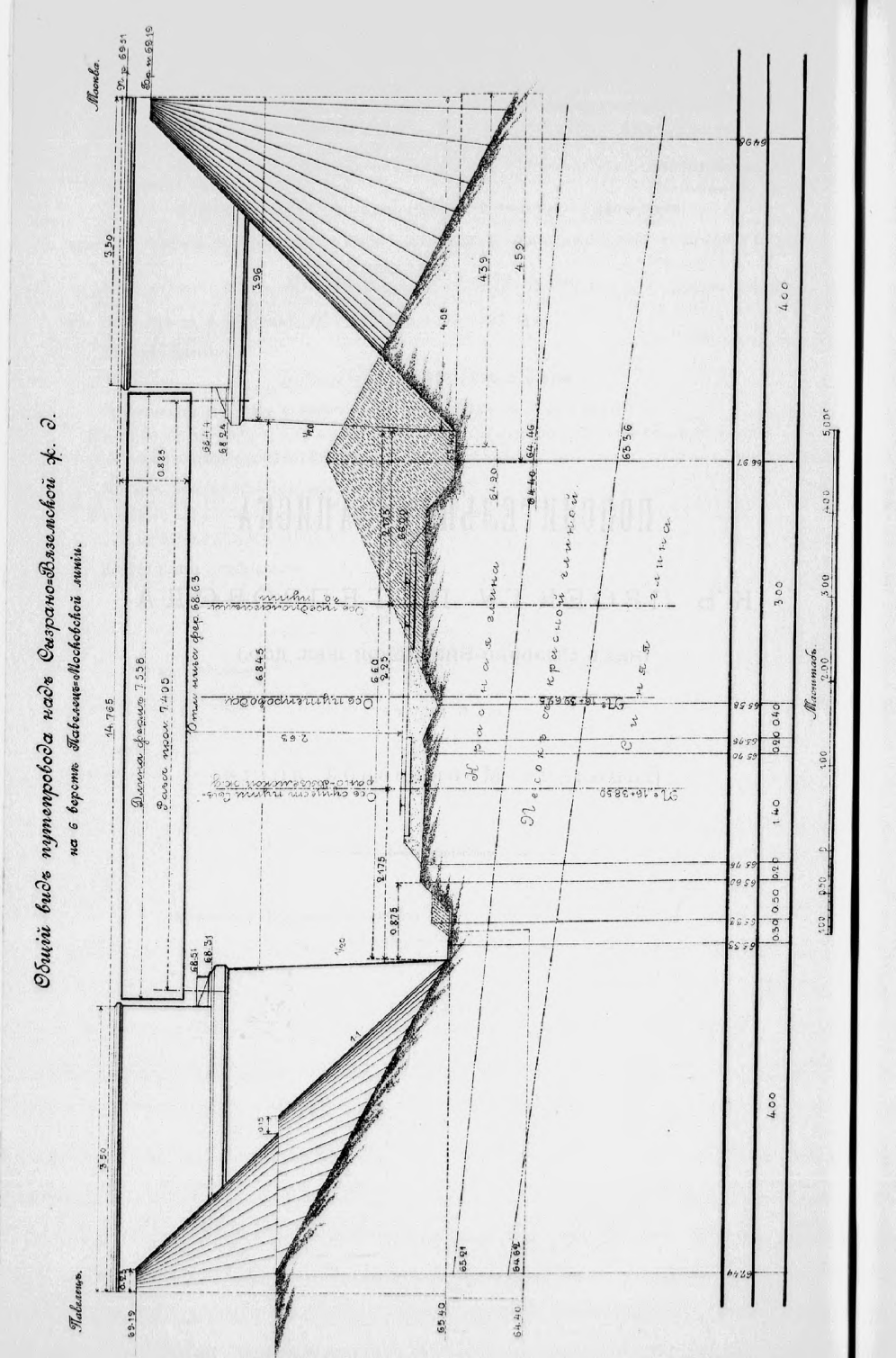
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КЪ ПРОЕКТУ ПУТЕПРОВОДА

(надъ Сызрано-Вяземской жел. дор.)

на 6 верстѣ

Павелецъ-Московской линіи.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту путепровода чрезъ Сызрано-Вяземскую жел. дор.

на 6 верстѣ

Павелецъ-Московской линіи.

Павелецъ-Московская ж. дорога на 6-й вер. отъ ст. Павелецъ Рязанско-Уральской ж. дор. проходитъ надъ Сызрано-Вяземской дорогой при помощи путепровода. Такъ какъ у путепровода предполагается устроить остановочный пунктъ для пересадки съ одной дороги на другую пассажировъ мѣстнаго движенія, съ укладкой на Сызрано-Вяземской ж. дорогѣ второго пути при разстояніи между осями путей въ 2,25 саж., то свободный пролетъ путепровода назначенъ въ 6,60 саж., при чемъ принято, что разстояніе отъ оси пути до бровки кювета должно быть 1,30 саж., и на оба кювета назначено 1,75 саж. (полотно Сызрано-Вяземской ж. д. находится въ выемкѣ). Ось существующаго пути Сызрано-Вяземской ж. дороги находится на пик. № 16+38,50 Павелецъ-Московской линіи; располагая оси обоихъ путей, существующаго и предполагаемаго, симметрично относительно оси путепровода, получимъ, что послѣдняя должна находиться, или на пикетѣ № 16+39,625, или на пик. № 16+37,375. Сообразно съ мѣстными условіями, ось назначена на пик. № 16+39,625, такъ какъ этимъ расположеніемъ уменьшается количество земляныхъ работъ.

Подъ предполагаемымъ путепроводомъ отмѣтка головки рельса Сызрано-Ваземской жел. дор. есть 66,00, отмѣтка подошвы рельса Павелецъ-Московской ж. д. на путепроводѣ 69,51. При разности отмѣтокъ рельсовъ 3,51 саж. желѣзная ферма путепровода можетъ быть устроена съ ѣздою по верху, такъ какъ разстояніе отъ подошвы рельса до низа пояса въ фермѣ расчетнаго пролета 7,405 саж. есть 0,885 саж. и, слѣдовательно, свободная высота проѣзда подъ путепроводомъ будетъ 3,51—0,885=2,625 саж., что болѣе требуемой по габариту высоты—2,60 саж.

Опоры.

Согласно постановленію Комиссіи по обсужденію Павелецкаго узла опоры путепровода проектированы на 2 пути, при чемъ ширина устоевъ, считаемая поперекъ полотна Павелецъ-Московской ж. д., назначена въ 4 саж. Основаніе опоръ, на основаніи данныхъ буренія, предположено естественное на слоѣ песка съ красной глиной не выше отмѣтки 64,40.

Повѣрка устойчивости.

Величина горизонтальнаго распора земли за устоемъ на 1 пог. саж. опредѣляется по формулѣ:

$$Q=\gamma\times{}^1/_2 tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)(H_1+2h_1)H_1,\ \text{гдѣ:}$$

γ—вѣсъ одной куб. саж. земли=1000 пуд.

φ—уголъ естественнаго откоса земли=35°;

$${}^1/_2 tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)=0{,}136.$$

H_1—высота насыпи за устоемъ=69,19—65,40=3,79 саж.

h_1—высота слоя земли, соотвѣтствующаго нагрузкѣ паровозомъ.

Высота эта, согласно указанію въ курсѣ профессора Николаи (см. новое изданіе, часть I, стр. 487) опредѣляется слѣдующимъ образомъ. Допуская, что въ предѣлахъ балластнаго слоя дав-

леніе передается подъ угломъ въ 45^0, давленіе 4-хъ-оснаго паровоза распредѣляется на четыреугольникъ, площадь котораго:

$$(1{,}83+2\times0{,}32)\ (1{,}25+2\times0{,}32)=4{,}668 \text{ кв. саж.}$$

и высота земляного столба, эквивалентная вѣсу паровоза въ 60 тоннъ:

$$h=\frac{60\times61}{1000\times4{,}668}=0{,}78 \text{ саж.}$$

и прибавляя толщину балластнаго слоя, имѣемъ:

$$h_1=0{,}78+0{,}32=1{,}10 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно:

$$Q=1000\times0{,}136\times3{,}79\times5{,}99=3088 \text{ пуд.}$$

Плечо силы распора относительно плоскости фундамента:

$$q=\frac{H_1}{3}\times\frac{H_1+3h_1}{H_1+2h_1}=\frac{3{,}79}{3}\times\frac{7{,}09}{5{,}99}=1{,}52 \text{ саж.}$$

Моментъ силы распора относительно плоскости фундамента:

$$Qq=3088\times1{,}52=4693 \text{ пудо-саж.}$$

Моментъ силы распора относительно подошвы основанія:

$$Qq_0=3088(1{,}52+1{,}00)=7781 \text{ пудо-саж.}$$

Перемѣщенію устоя въ плоскости фундамента противодѣйствуетъ вѣсъ устоя до плоскости фундамента, вѣсъ земли на обрѣзахъ и треніе кладки о кладку.

Вѣсъ устоя W_1 на 1 пог. саж. =

$$\left.\begin{array}{ll}1{,}92\times3{,}99\times1300+ & =7{,}661\times1300\\ +0{,}13\times\frac{2{,}64}{2}\times1300- & =0{,}172\times1300\end{array}\right|$$

$$\left.\begin{array}{ll}-\frac{1{,}21+0{,}96}{2}\times0{,}40\times1300- & =0{,}434\times1300\\ -0{,}96\times0{,}60\times1300- & =0{,}576\times1300\\ -0{,}88\times0{,}60\times1300- & =0{,}528\times1300\\ -0{,}80\times0{,}60\times1300- & =0{,}480\times1300\\ -\frac{0{,}72}{2}\times1{,}79\times1300- & =0{,}644\times1300\\ -0{,}46\times1{,}15\times1300- & =0{,}529\times1300\end{array}\right|$$

$$W_1=1300\times(7{,}661+0{,}172-0{,}434-0{,}576-0{,}528-0{,}480-0{,}644-0{,}529)=1300\times(7{,}833-$$
$$-3{,}191)=1300\times4{,}542=6035 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ земли на обрѣзахъ на 1 пог. саж.:

$$W_2=(0{,}434+0{,}576+0{,}528+0{,}480+0{,}644)1000=2{,}662\times1000=2662 \text{ пуд.}$$

Полный вѣсъ устоя и земли на обрѣзахъ на 1 пог. саж.:

$$W'=W_1+W_2=6035+2662=8697 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса устоя относительно передняго ребра его, $W_1w_1=$

$$1300\times\left\{\begin{array}{lll}7{,}661\times\left(2{,}05-\frac{1{,}92}{2}\right)+ & =7{,}661\times1{,}09 & =8{,}350\\ +0{,}172\times0{,}09- & =0{,}172\times0{,}09 & =0{,}015\\ -0{,}434\times\left\{2{,}05-{}^1/_2\left(\frac{1{,}21+0{,}96}{2}\right)\right\}- & =0{,}434\times1{,}51 & =0{,}655\\ -0{,}576\times\left(2{,}05-\frac{0{,}96}{2}\right)- & =0{,}576\times1{,}57 & =0{,}904\\ -0{,}528\times\left(2{,}05-\frac{0{,}88}{2}\right)- & =0{,}528\times1{,}61 & =0{,}850\\ -0{,}480\times\left(2{,}05-\frac{0{,}80}{2}\right)- & =0{,}480\times1{,}65 & =0{,}792\\ -0{,}644\times\left(2{,}05-\frac{0{,}72}{3}\right)- & =0{,}644\times1{,}81 & =1{,}166\\ -0{,}529\times\left(\frac{0{,}46}{2}+0{,}13\right)- & =0{,}529\times0{,}36 & =0{,}190\end{array}\right.$$

$$W_1w_1=1300(8{,}350+0{,}015-0{,}655-0{,}904-0{,}850-0{,}792-1{,}166-0{,}190)=$$
$$=1300(8{,}365-4{,}557)=1300\times3{,}808=4950 \text{ пудо-саж.}$$

Моментъ вѣса земли на 1 пог. сажень относительно передняго ребра устоя:

$$W_2w_2=(0{,}655+0{,}904+0{,}850+0{,}792+1{,}166)\times1000=4{,}367\times1000=4367 \text{ пудо-саж.}$$

Полный моментъ вѣса устоя и земли на обрѣзахъ на 1 пог. сажень относительно передняго ребра устоя:

$$W'w'=4950+4367=9317 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости въ плоскости фундамента опредѣлены въ предположеніи, что устой свободенъ отъ нагрузки фермой.

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе:

$$m_1=\frac{W'w'}{Qq}=\frac{9317}{4693}=2.$$

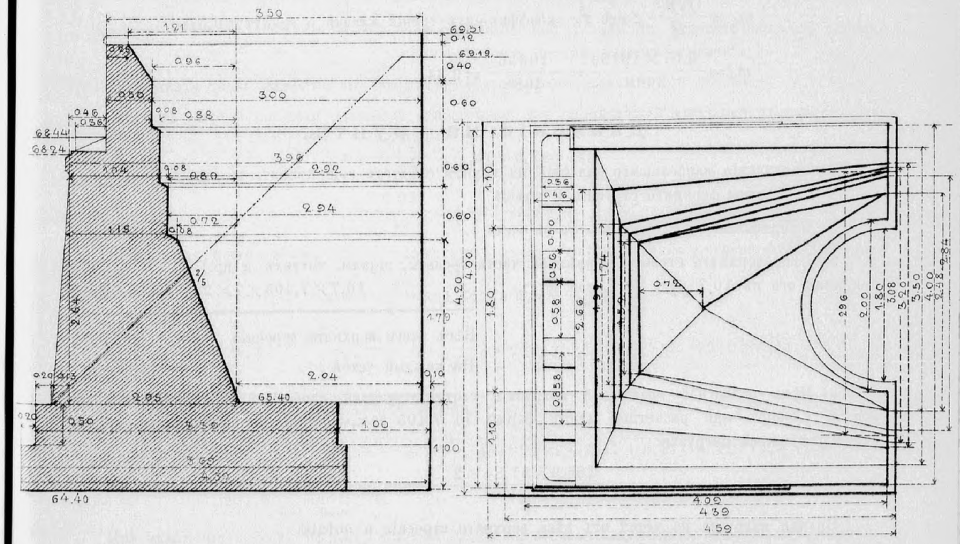
Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$m_2=\frac{f_1W'}{Q}, \text{ гдѣ } f_1 \text{ — коэффиціентъ тренія кладки о кладку} = 0{,}70;$$

$$m_2=\frac{0{,}70\times8697}{3088}=\frac{6088}{3088}=1{,}99.$$

Плечо полнаго вѣса относительно передняго ребра устоя:

$$w'=\frac{9317}{8697}=1{,}07 \text{ саж.}$$



Для опредѣленія коэффиціентовъ устойчивости въ плоскости основанія необходимо прибавить къ вышевычисленному вѣсу еще вѣсъ фундамента и земли на его обрѣзахъ на 1 пог. саж.

Вѣсъ фундамента на 1 пог. саж.:

$$W_3=1300(0{,}50\times3{,}39+0{,}50\times3{,}69)=1300(1{,}695+1{,}845)=1300\times3{,}54=4602 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ земли на обрѣзахъ фундамента на 1 пог. саж.

$$W_4=1000(0{,}20\times0{,}50+10\times4{,}61+1{,}04\times4{,}11)=1000(0{,}100+0{,}461+4{,}274)=$$
$$=1000\times4{,}835=4835 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса фундамента на 1 пог. саж. относительно передняго ребра его:

$$W_3w_3=1300\left\{1,695\left(\frac{3,39}{2}+0,20\right)+1,845\times\frac{3,69}{2}\right\}=1300(3,212+3,404)=$$
$$=1300\times6,616=8601 \text{ пудо-саж.}$$

Моментъ вѣса земли на обрѣзахъ относительно передняго ребра фундамента:

$$W_4w_4=1000\left\{0,100\times0,10+0,461\times\left(3,69-\frac{0,10}{2}\right)+4,274\left(3,39+0,20-\frac{1,04}{2}\right)\right\}=$$
$$=1000(0,010+1,711+13,121)=1000\times14,842=14842 \text{ пудо-саж.}$$

Полный вѣсъ всего устоя до подошвы основанія и земли на обрѣзахъ на 1 пог. саж.:

$$W=W'+W_3=W_4=8697+4602+4835=18134 \text{ пуд.}$$

Моментъ полнаго вѣса относительно передняго ребра фундамента:

$$Ww=W'(w'+0,40)W_3w_3+W_4w_4=8697\times1,47+8601+14842=12785+8601+$$
$$+14842=36228 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости въ плоскости основанія опредѣлены въ предположеніи, что устой свободенъ отъ нагрузки фермой.

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе:

$$m_1'=\frac{Ww}{Qq_0}=\frac{36228}{7781}=4,66.$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$m_2'=\frac{f_2W}{Q}, \text{ гдѣ } f_2\text{—коэффиціентъ тренія кладки о грунтъ}=0,57;$$

$$m_2'=\frac{0,57\times18134}{3088}=\frac{10336}{3088}=3,34.$$

Давленіе на грунтъ.

Для полученія наибольшаго давленія на грунтъ слѣдуетъ еще принять во вниманіе нагрузку на устой отъ вѣса верхняго строенія и поѣзда.

1) Собственный вѣсъ 2 фермъ съ опорами . . . . . = 1012,49×2

2) Вѣсъ верхняго строенія проѣзжей части (рельсы, шпалы, настилъ и пр.) принимая его въ 10,7 пуд. на 1 пог. футъ . . . . . 10,7×7,405×7×2 = 554,63×2

Вѣсъ всего верхняго строенія . . = 1567×2

На каждый устой . . . . . = 1567 пуд.

3) Вѣсъ расчетной подвижной нагрузки, соотвѣтствующей наибольшему перерѣзывающему усилію у опоръ при расчетной длинѣ фермы въ 7,405 саж.=51',84 по вновь установленной схемѣ подвижной нагрузки:

$$\frac{163,9\times51,84\times2}{2}=8502 \text{ пуд.}$$

Полная нагрузка на устой отъ вѣса верхняго строенія и поѣзда:

$$1567+8502=10069 \text{ пуд.,}$$

а на 1 пог. саж. устоя при разстояніи между осями фермъ въ 0,858 саж.:

$$\frac{10069}{2}=5035 \text{ пуд.}$$

Моментъ этого вѣса относительно передняго ребра фундамента:

$$5035\times0,81=4078 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ на 1 пог. саж.:

$$W_0=W+5035=18134+4078=22212 \text{ пуд.}$$

Моментъ равнодѣйствующей относительно передняго ребра фундамента:

$$W_0w_0=Ww+4078=36228+4078=40306 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей относительно передняго ребра фундамента:

$$w_0=\frac{40306}{22212}=1,81 \text{ саж.}$$

Площадь основанія устоя на 1 пог. саж.:

$$\Omega=3,69 \text{ кв. саж.}$$

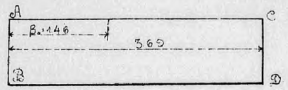
Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0=\frac{W_0}{\Omega}=\frac{22212}{3,69}=6020\ \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}}=0,85\ \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. дм.}}$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ плоскость основанія въ точкѣ, отстоящей отъ передняго ребра на разстояніи:

$$\beta_0=w_0-\frac{Qq_0}{W_0}=1,81-\frac{7781}{22212}=1,81-0,35=1,46 \text{ саж.,}$$

что $>\frac{3,69}{3}=1,23$ саж. и, слѣдовательно, равнодѣйствующая не выходитъ изъ средней трети основанія.



Наибольшее и наименьшее давленіе на грунтъ опредѣлится по формулѣ неравномѣрнаго сжатія:

$$\sigma=W_0\left(\frac{x_x}{J_y}+\frac{1}{\Omega}\right), \text{ гдѣ:}$$

x—координата центра давленія относительно оси, проходящей чрезъ центръ тяжести основанія;

x—координата точки, давленіе въ которой изслѣдуется, относительно той же оси;

J_y—моментъ инерціи площади основанія относительно оси, проходящей чрезъ центръ тяжести его:

$$x=\frac{3,69}{2}-1,47=0,385 \text{ саж.}$$

$$J_y=\frac{3,69^3}{12}=4,187 \text{ саж.}^4$$

Наибольшее и наименьшее давленіе на грунтъ получатся соотвѣтственно у реберъ AB и CD при:

$$x_1=\frac{3,69}{2}=1,845 \text{ и } x_2=-1,845.$$

$$\sigma_{maxAB}=22212\left(\frac{0,385\times1,845}{4,187}+\frac{1}{3,69}\right)=22212(0,17+0,27)=22212\times0,44=$$
$$=9773\ \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}}=1,4\ \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. дм.}}$$

$$\sigma_{minCD}=22212\left(-\frac{0,385\times1,845}{4,187}+\frac{1}{3,69}\right)=22212(-0,17+0,27)=22212\times0,10=$$
$$=2221,2\ \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. саж.}}>0.$$

При заложеніи устоевъ на слоѣ красной глины съ пескомъ, полученное наибольшее давленіе въ $1,4\ \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. дм.}}$ можетъ быть безопасно допущено.

Повѣрка глубины заложенія фундамента.

Наибольшее давленіе на грунтъ на кв. саж. основанія устоя найдено выше равнымъ:

$$\sigma_{max}=9773 \text{ пуд.}$$

Высота столба земли, производящаго равное давленіе:

$$H'=\frac{9773}{1000}=9,773 \text{ саж.}$$

Достаточность глубины заложенія провѣримъ по формулѣ Инженера Янковскаго, результаты вычисленій по которой близко сходятся съ опытными данными, полученными Профессоромъ Курдюмовымъ:

$$H' = 2h\left[\frac{tg\left(\frac{45+\varphi}{2}\right)}{tg\left(\frac{45-\varphi}{2}\right)}\right]^2, \text{ гдѣ:}$$

h—глубина заложенія, соотвѣтствующая временному сопротивленію грунта:

φ—уголъ естественнаго откоса земли $=35^0$.

Въ виду того, что прочное сопротивленіе слѣдуетъ принять въ 5 разъ менѣе временнаго сопротивленія, то при опредѣленіи по этой формулѣ достаточности глубины заложенія, коэффиціентъ запаса долженъ быть въ 5 разъ болѣе, т. е. слѣдуетъ принять:

$$k = \text{отъ } 12 \text{ до } 15.$$

Тогда обычный коэффиціентъ запаса, вычисляемый обыкновенно относительно прочнаго сопротивленія, получимъ:

$$\lambda = {}^1/_5 k.$$

Для даннаго случая имѣемъ:

$$\left[\frac{tg\left(\frac{45-\varphi}{2}\right)}{tg\left(\frac{45-\varphi}{2}\right)}\right]^2 = \left(\frac{tg40^0}{tg5^0}\right)^2 = \left(\frac{0,839}{0,087}\right)^2 = 9,64^2 = 92,93.$$

Глубина, соотвѣтствующая временному сопротивленію грунта:

$$h = \frac{H'}{2\times 92,93} = \frac{9,773}{185,86} = 0,0525 \text{ саж.}$$

Дѣйствительная наименьшая глубина:

$$H = 65,40 - 64,40 = 1,00 \text{ саж.}$$

Коэффиціентъ прочности:

$$\lambda = {}^1/_5 \times \frac{1,00}{0,0525} = 3,80.$$

Такимъ образомъ устойчивость и прочность опоръ обезпечены во всѣхъ отношеніяхъ.

Главный Инженеръ *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Н. Рокотовъ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію Сентября 14 дня 1898 года, съ тѣмъ, чтобы:

1) Конструкція кюветовъ полотна Сызрано-Вяземской дороги, прилегающихъ къ опорамъ путепровода, была измѣнена согласно показанному на семъ проектѣ красной краскою;

2) Родъ основанія и глубина заложенія подошвы фундаментовъ опоръ были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею и уполномоченнымъ отъ Управленія Сызрано-Вяземской дороги, въ зависимости отъ свойствъ грунта.

Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ проекту, одобренному Инженернымъ Совѣтомъ по журналу 1898 г. № 85.

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

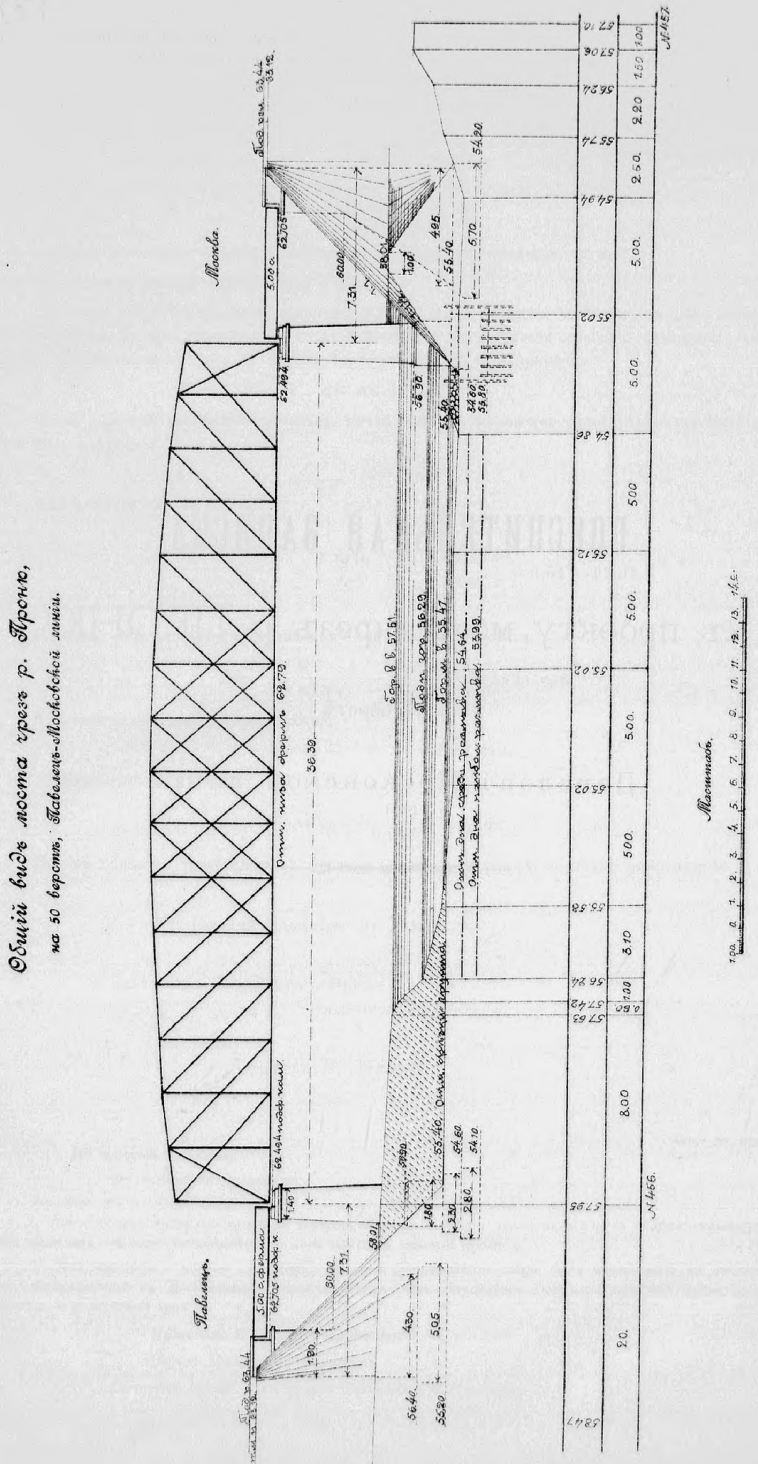
ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ПРОНЮ

на 50 верстѣ

Лавелецъ-Московской линіи.



РАСЧЕТЪ

отверстія и опоръ моста чрезъ рѣку ПРОНЮ,

на 50 верстѣ

Лавелецъ-Московской линіи.

Рѣка Проня въ мѣстѣ перехода линіи подперта плотиной, расположенной ниже по рѣкѣ на 676,50 саж. Выше же мѣста перехода на 3716,50 саж. отъ послѣдняго устроена вторая плотина. Между этими плотинами на всемъ разстояніи вода находится въ подпертомъ состояніи; плотины разбираются только на короткое время весенняго половодья; въ виду чего въ настоящее время условія естественнаго быта рѣки могли быть выяснены только показаніями мѣстныхъ жителей; такъ уклонъ рѣки опредѣленъ по указаніямъ высоты горизонта воды 1-го Мая 1897 года, до запруды плотинъ на верхней и нижней мельницахъ, существующихъ при плотинахъ; точно также опредѣленъ горизонтъ весеннихъ и меженнихъ водъ, т. е. на основаніи показаній мѣстныхъ жителей.

Данныя на мѣстѣ перехода:

1) Площадь бассейна, измѣренная по 10-верстной картѣ . . . . . 1417,92 кв. саж.

2) Горизонтъ высокихъ водъ р. Прони . . . . . 57,51.

3) Горизонтъ меженнихъ водъ:

а) подпертыхъ плотиною. . . . . 56,29.

б) свободныхъ отъ подпора. . . . . 55,47.

4) Уклонъ весеннихъ водъ рѣки Прони . . . . . $i=0,000195$.

Площадь живого сѣченія для весеннихъ водъ рѣки въ естественномъ состояніи на мѣстѣ перехода:

Главнаго русла:

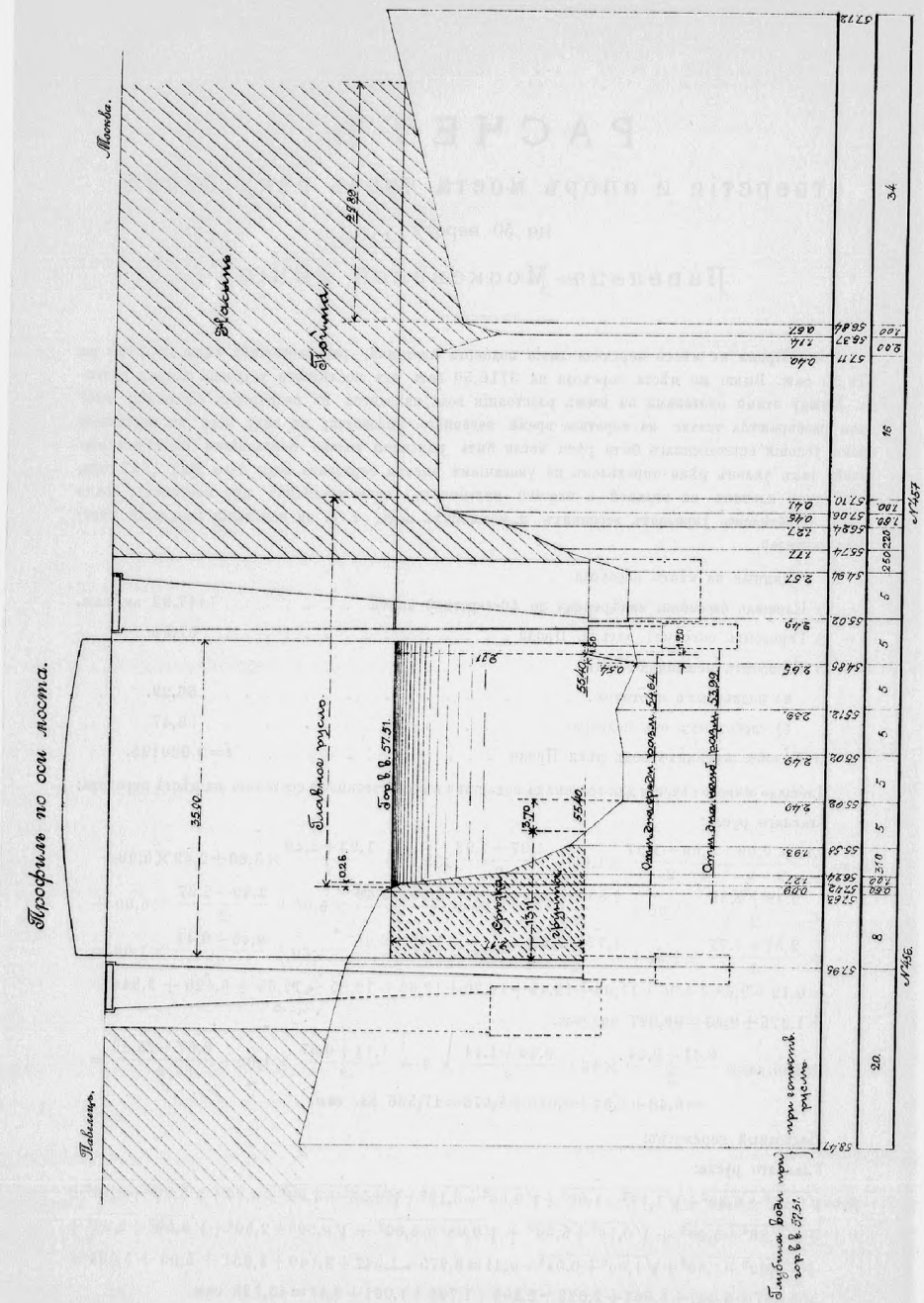
$$\omega_1=\frac{0,26\times0,09}{2}+\frac{0,09+1,27}{2}\times1,00+\frac{1,27+1,93}{2}\times3,10+\frac{1,93+2,49}{2}\times5,00+2,49\times5,00+$$
$$+\frac{2,49+2,39}{2}\times5,00+\frac{2,39+2,65}{2}\times5,00+\frac{2,65+2,49}{2}\times5,00+\frac{2,49+2,57}{2}\times5,00+$$
$$+\frac{2,57+1,77}{2}\times2,50+\frac{1,77+1,27}{2}\times2,20+\frac{1,27+0,45}{2}\times1,60+\frac{0,45+0,41}{2}\times1,00=$$
$$=0,12+0,68+4,96+11,05+12,45+12,20+12,60+12,85+12,65+5,425+3,344+$$
$$+1,376+0,43=90,027 \text{ кв. саж.}$$

Поймы: $\omega_2=\frac{0,41+0,40}{2}\times16+\frac{0,40+1,14}{2}\times2+\frac{1,14+0,67}{2}\times1,00+\frac{0,67+25,89}{2}=$
$$=6,48+1,54+0,905+8,673=17,598 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

Главнаго русла:

$$p_1=\sqrt{0,26^2+0,09^2}+\sqrt{1,18^2+1,00^2}+\sqrt{0,66^2+3,10^2}+\sqrt{0,56^2+5,00^2}+5,00+\sqrt{5,00^2+0,10^2}+$$
$$+\sqrt{0,26^2+5,00^2}+\sqrt{0,16^2+5,00^2}+\sqrt{0,08^2+5,00^2}+\sqrt{0,80^2+2,50^2}+\sqrt{0,50^2+2,20^2}+$$
$$+\sqrt{0,82^2+1,60^2}+\sqrt{1,00^2+0,04^2}+0,41=0,275+1,547+3,169+5,031+5,00+5,001+$$
$$\times5,007+5,002+5,001+2,625+2,256+1,798+1,001+0,41=43,123 \text{ саж.}$$


Профиль по оси моста.
Насыпь
Насыпь
Главное русло
Пойма
Пойма
Бык № 8
Бык № 8
Бык № 8

При расходѣ $Q=67,875$ куб. саж. средняя скорость послѣ сооруженія моста:

$$v=\frac{Q}{\mu\Omega}=\frac{67,875}{0,95\times 79,443}=0,90 \text{ саж.}$$

Средняя глубина послѣ размыва, принимая, что размывъ прекратится когда установится средняя скорость $v'_0=0,717$ саж., имѣвшая мѣсто въ главномъ руслѣ до постройки моста:

$$h_0=\frac{Q}{\mu\times l\times v'_0}=\frac{67,875}{0,95\times 35\times 0,717}=2,85 \text{ саж.}$$

Средняя глубина подмывы:

$$x_0=h_0-h=2,85-2,16=0,69 \text{ саж.}$$

Отмѣтка дна средняго размыва:

$$57,51-2,85=54,66.$$

Наибольшая глубина послѣ размыва:

$$h_{max}=\frac{2,65\times 2,85}{2,16}=3,50.$$

Отмѣтка дна наибольшаго размыва:

$$57,51-3,50=54,01.$$

Повѣрка устойчивости устоевъ.

Устои состоятъ изъ: 1) берегового быка, 2) подпорной стѣнки, поддерживающей насыпь, и 3) пятисаженнаго моста, перекрывающаго пространство между береговымъ быкомъ и подпорной стѣнкой.

I. Повѣрка устойчивости Павелецкой подпорной стѣнки.

Высота временной нагрузки (поѣзда), приведенной къ матеріалу насыпи, согласно циркуляра Департамента желѣзныхъ дорогъ отъ 15-го Января 1896 года за № 753:

$$h=\frac{915,7125\times 4}{(6,80\times 0,57735)\times(1,25+0,20)\times 1000}=0,643 \text{ саж.},$$

гдѣ: 915,7125 пуд.=15 тоннъ—вѣсъ нагрузки на ось паровоза, 6,80—высота насыпи, $0,57735=tg30^0$ угла обрушенія призмы, насыпанной за стѣнкою, $(1,25+0,20)=1,45$ саж.—ширина стѣнки, на которую дѣйствуетъ временная нагрузка, и 1000 пуд.—вѣсъ 1 куб. саж. земли.

Къ этой высотѣ надо прибавить толщину балластнаго слоя надъ бровкою полотна 0,24 саж. и подъ рельсомъ 0,20 саж.:

$$h_0=0,643+0,24=0,883 \text{ саж.}$$

По ширинѣ стѣнки временная нагрузка дѣйствуетъ на протяженіи:

$$1,25+0,20=1,45 \text{ саж.}$$

Полный напоръ земли Q_0 составляется изъ напора Q_1, дѣйствующаго съ участіемъ временной нагрузки на протяженіи 1,45 саж. по ширинѣ подпорной стѣнки, и напора Q_2, дѣйствующаго на остальной ширинѣ стѣнки, т. е. на $2,20-1,45=0,75$ саж.

Напоръ $Q_1=\frac{1,45\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H(H+2h_0)$;

гдѣ: $\gamma=1000$ пуд.; $\varphi=30^0$ (насыпного грунта);

$$45^0-\frac{\varphi}{2}=30^0;\ \frac{\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=166,67;\ h_0=0,883 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно напоръ:

$$Q_1=1,45\times 166,67\times H\times(H+1,766)=241,67H(H+1,766).$$

Напоръ $Q_2=0,75\times 166,67H^2=125,00H^2$.

Полный напоръ на стѣнку:

$$Q_0=Q_1+Q_2=H(366,67H+426,783).$$

Плечо напора Q_1: $q_1=\frac{H(H+2,649}{3(H+1,766)}$.

Моментъ $Q_1q_1=\frac{241,67H^2(H+2,649)}{3}$.

Моментъ напора Q_2: $Q_2q_2=\frac{125H^3}{3}$.

Моментъ напора Q_0: $Q_0q_0=Q_1q_1+Q_2q_2=\frac{H^2}{3}(366,67H+640,175)$.

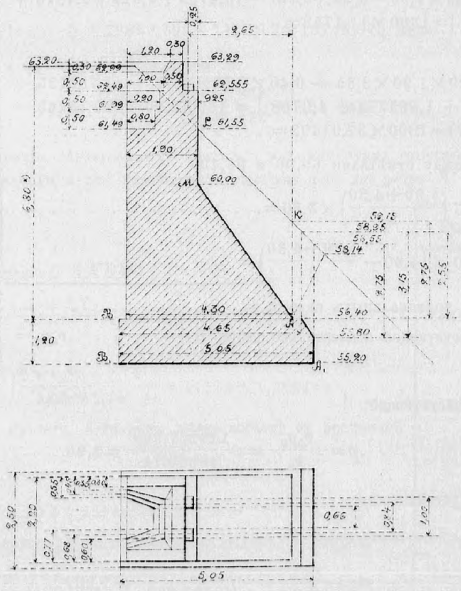
Подставляя вмѣсто H высоту насыпи надъ обрѣзомъ фундамента=6,80 саж., найдемъ напоръ земли на подпорную стѣнку со стороны насыпи:

$$Q_0=6,80(366,67\times 6,80+426,783)=19856,793) \text{ пуд.}$$

Моментъ $Q_0q_0=\frac{6,80^2}{3}(366,67\times 6,80+640,175)=48297,808$ пудо-саж.

Плечо $q_0=\frac{Q_0q_0}{Q_0}=2,43$ саж.

Опредѣлимъ коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A (черт. 1), не принимая въ расчетъ давленія конуса на лицевую плоскость стѣнки, при чемъ предполагается, что временная нагрузка занимаетъ насыпь лишь за задней гранью стѣнки.



*) Высота насыпи уменьшена на 0,08 саж. (до высоты 6,72 саж.), балластный же слой увеличенъ на 0,08 саж. (до толщины 0,32 саж.).

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку и моменты ихъ относительно ребра A:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ земли, заполняющей заднюю пустоту въ подпорной стѣнкѣ:		
а) Между отмѣтками 63,29 и 62,99:		
$1000\left(1{,}60\times1{,}20+\frac{1{,}00+1{,}50}{2}\times1{,}00\right)\times\frac{0{,}30}{2}\times1000=0{,}4755=$	475,50	
Моментъ $475{,}50\times(4{,}30-0{,}55)=$	—	1783,125
б) Между отмѣтками 62,99 и 62,49:		
$1000\times\left(\frac{1{,}00+1{,}50}{2}\times1{,}00\times0{,}50\right)=1000\times0{,}625=$	625	
Моментъ $625\times(4{,}30-0{,}50)=$	—	2375
в) Между отмѣтками 62,49 и 61,99:		
$1000\times\left(\frac{0{,}84+1{,}30}{2}\times0{,}90\times0{,}50\right)=1000\times0{,}4815=$	481,50	
Моментъ $481{,}50\times(4{,}30-0{,}45)=$	—	1853,775
г) Между отмѣтками 61,99 и 61,49:		
$1000\times\left(\frac{0{,}66+1{,}10}{2}\times0{,}80\times0{,}50\right)=1000\times0{,}352=$	352	
Моментъ $352(4{,}30-0{,}40)=$	—	1372,80
2) Вѣсъ кладки между отмѣтками 63,29 и 60,00:		
$1300[2{,}20(3{,}29\times1{,}90-0{,}40\times0{,}73)-(0{,}4755+0{,}625+0{,}4815+$ $+0{,}352)]=1300\times11{,}1758=$	14528,54	
Моментъ:		
$1300[2{,}20(3{,}29\times1{,}90\times3{,}35-0{,}40\times0{,}73\times2{,}60)-(1{,}783125+$ $+2{,}375+1{,}853775+1{,}3728)]=1300(2{,}20\times20{,}18165-$ $-7{,}3847)=1300\times37{,}01493=$	—	48119,409
3) Вѣсъ кладки между отмѣтками 60,00 и 56,40:		
$1300\times2{,}20\times\left(\frac{1{,}90+4{,}30}{2}\right)\times3{,}60=$	31917,60	
Моментъ $31917{,}60\times\left(4{,}30-\frac{1{,}90+4{,}30}{2}\right)=$	—	87773,40
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $v_0=$	48380,14	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра $AA=$ . . . . $v_0p_0=$	—	143277,509

Плечо равнодѣйствующей:

$$p=\frac{v_0p_0}{v_0}=\frac{143277{,}509}{48380{,}14}=2{,}96.$$

Коэффиціентъ устойчивости:

а) на вращеніе около ребра A:

$$m=\frac{v_0p_0}{Q_0q_0}=\frac{143277{,}509}{48297{,}808}=2{,}967.$$

б) на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_1=\frac{fv_0}{Q_0}=\frac{0{,}70\times48380{,}14}{19856{,}793}=1{,}706.$$

Опредѣлимъ теперь коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки на вращеніе около ребра A и на скольженіе въ плоскости фундамента AB, принимая во вниманіе напоръ конуса на лицевую плоскость стѣнки и вѣсъ половины пролета 5-ти саж. моста.

При вычисленіи напора конуса будемъ принимать во вниманіе только его нижнюю часть, ограниченную сверху горизонтальною плоскостью на отмѣткѣ 58,14.

Напоръ конуса $Q_3=\frac{b\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)h^2$,

гдѣ: $\gamma=1000$ пуд.; ширина стѣнки, подверженной напору конуса $b=2{,}20$ саж.;

$$45^0-\frac{\varphi}{2}=30;\ \frac{\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=166{,}67;$$

$$h=58{,}14-56{,}40=1{,}74 \text{ саж.}$$

Тогда $Q_3=\frac{2{,}20\times1000}{2}\times tg^2(30^0)\times1{,}74^2=2{,}20\times166{,}67\times1{,}74^2=1110{,}12$ пудовъ.

Плечо напора Q относительно точки A:

$$q_3=\frac{h}{3}=\frac{1{,}74}{3}=0{,}58.$$

Моментъ напора конуса:

$$Q_3q_3=1110{,}12\times0{,}58=643{,}870=\backsim644 \text{ пуда.}$$

Моментъ равнодѣйствующей Q_0' напоровъ: земли Q_0 и конуса Q_3:

$$Q_0'q_0'=Q_0q_0-Q_3q_3=48297{,}808-643{,}870=47653{,}938 \text{ пуд.}$$

Равнодѣйствующая горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на стѣнку выше обрѣза фундамента:

$$Q_0'=Q_0-Q_3=19856{,}793-1110{,}12=18746{,}673 \text{ пуда.}$$

Плечо q_0' силы Q_0' относительно ребра A:

$$q_0'=\frac{Q_0'q_0'}{Q}=\frac{47653{,}938}{18746{,}673}=2{,}54 \text{ саж.}$$

Къ вычисленнымъ ранѣе вертикальнымъ силамъ и ихъ моментамъ относительно ребра A, добавляемъ еще слѣдующія силы и ихъ моменты относительно того же ребра A:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ земляной призмы $AKLM$:		
$1000\times2{,}20\times\frac{1{,}55+2{,}75}{2}\times2{,}40=1000\times11{,}352=$	11352	
Моментъ:		
$11352\times\left\{\frac{2{,}40}{3}\left(\frac{2\times1{,}55+2{,}75}{1{,}55+2{,}75}\right)\right\}=11352\times1{,}0884=$	—	12355,20
2) Вѣсъ половины пролета 5-ти саж. моста вмѣстѣ съ временной нагрузкой=	3162	
Моментъ его:		
$3162\times(4{,}30-1{,}90+0{,}25)=3162\times2{,}65=$	—	8379,30
Вѣсъ временной нагрузки, расположенной на подпорной стѣнкѣ:		
$1000\times0{,}883\times1{,}45\times1{,}50=1000\times1{,}920525=$	1920,525	
Моментъ $1920{,}525\times3{,}55=$	—	6817,864
Итого.	16434,525	27552,364

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку выше фундамента:

$$v_0' = v_0 + 16434{,}525 = 48380{,}14 + 16434{,}525 = 64814{,}665 \text{ пуд.}$$

Моментъ силы v_0' относительно ребра A:

$$v_0'p_0' = v_0p_0 + 27552{,}364 = 143277{,}509 + 27552{,}364 = 170829{,}873 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей v_0 относительно ребра A:

$$p_0' = \frac{v_0'p_0'}{v_0} = \frac{170829{,}873}{64814{,}665} = 2{,}64 \text{ саж.}$$

Принимая во вниманіе всѣ силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку (кромѣ тренія земли по кладкѣ), получимъ коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m' = \frac{v_0'p_0'}{Q_0'q_0'} = \frac{170829{,}873}{47653{,}938} = 3{,}584.$$

2) на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_1' = \frac{fv_0' + fP}{Q_0'} = \frac{0{,}70 \times 64814{,}665 + 0{,}57 \times 8797{,}75}{18746{,}673} = 2{,}688,$$

гдѣ: $f = 0{,}70$; $v_0' = 64814{,}665$ пуд.; $f' = tg(30^0) = 0{,}57$;

P—вѣсъ земли, находящейся между плоскостью MA и береговымъ быкомъ и состоящій изъ p—вѣса конуса между плоскостью MA и береговымъ быкомъ и p'—вѣса земляной призмы между конусомъ и береговымъ быкомъ;

$$p = 1000 \times \left(2{,}20 \times \frac{0{,}60 + 2{,}75}{2} \times 2{,}15\right) = 1000 \times 7{,}92275 = 7922{,}75 \text{ пуд.}$$

$$p' = \left(2 \times \frac{1{,}00 \times 1{,}00}{2} \times \frac{1{,}05}{3} + \frac{1{,}00 \times 1{,}00 \times 1{,}05}{2}\right) \times 1000 = 1000 \times 0{,}875 = 875 \text{ пуд.}$$

$$P = p + p' = 7922{,}75 + 875 = 8797{,}75 \text{ пуд.}$$

Опредѣлимъ условія устойчивости подпорной стѣнки въ плоскости основанія.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку вмѣстѣ съ вѣсомъ фундамента и ихъ моменты относительно ребра $A'A'$.

	Пуды.	Пудо-саж.
Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку:		
1) Вертикальная сила $v_0' =$	64814,665	
Моментъ относительно ребра $A'A'$:		
$64814{,}665 \times 3{,}24 =$	—	209999,515
2) Вѣсъ кладки фундамента:		
$1300 \times 2{,}50 \times 0{,}60 \times \left(\frac{4{,}65 + 5{,}05}{2} + 5{,}05\right) = 1300 \times 2{,}50 \times$ $\times 0{,}60 \times 9{,}90 = 1300 \times 14{,}85 =$	19305	
Моментъ:		
$1300 \times 2{,}50 \times 0{,}60(4{,}85 \times 2{,}625 + 5{,}05 \times 2{,}525) = 1300 \times 2{,}50 \times$ $+ 0{,}60 \times 25{,}4825 = 1300 \times 38{,}22375 =$	—	49690,875
3) Вѣсъ земли, давящей на обрѣзы фундамента:		
$1000 \times \left(2{,}50 \times 0{,}15 \times 6{,}80 + 2 \times 4{,}30 \times 0{,}15 \times \frac{(6{,}80 + 2{,}75)}{2} +\right.$ $\left. + 2{,}50 \times (0{,}20 \times 2{,}65 + 0{,}40 \times 2{,}65)\right) = 1000 \times (2{,}55 + 2 \times$ $\times 3{,}08 + 1{,}325 + 2{,}65) = 1000 \times 12{,}685 =$	12685	

	Пуды.	Пудо-саж.
Моментъ относительно ребра $A'A'$:		
$1000 \times \left\{2{,}55 \times 4{,}975 + 2 \times 3{,}08 \times \left(\frac{2 \times 6{,}80 + 2{,}75}{6{,}80 + 2{,}75} \times \frac{4{,}30}{3} +\right.\right.$ $\left. + 0{,}60\right) + 1{,}325 \times \left(\frac{2 \times 2{,}75 + 2{,}55}{2{,}75 + 2{,}55} \times \frac{0{,}20}{3} + 0{,}40\right) +$ $\left. + 2{,}65 \times \left(\frac{2 \times 2{,}55 + 2{,}75}{2{,}55 + 2{,}75} \times \frac{0{,}40}{3}\right)\right\} = 1000 \times (12{,}68625 +$ $+ 2 \times 9{,}40609 + 0{,}664167 + 0{,}523333) = 1000 \times 32{,}685938 =$	—	32685,938
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ $W =$	96804,665	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра $A'A'$ . . . $Wv =$	—	292376,328

Плечо равнодѣйствующей:

$$v = \frac{Wv}{W} = \frac{292376{,}328}{96804{,}665} = 3{,}02.$$

Коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около ребра $A'A'$:

$$m = \frac{Wv}{Q_0'(q_0' + 1{,}20)} = \frac{292376{,}328}{70150} = 4{,}168.$$

2) на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m' = \frac{fW}{Q_0'} = \frac{0{,}57 \times 96804{,}665}{18746{,}673} = 2{,}943.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія въ точкѣ, отстоящей отъ ребра $A'A'$:

$$\beta = v - \frac{Q_0'(q_0' + 1{,}20)}{W} = 3{,}02 - \frac{70150}{96804{,}665} = 3{,}02 - 0{,}725 = 2{,}295.$$

Слѣдовательно равнодѣйствующая не выходитъ изъ средней трети основанія.

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0 = \frac{W}{\omega} = \frac{96804{,}665}{2{,}50 \times 5{,}05 \times 7056} = \frac{96804{,}665}{89082} = 1{,}087 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Наибольшее давленіе у ребра $A'A'$:

$$max\sigma = \sigma_0\left(1 + 6\frac{(2{,}525 - 2{,}295)}{5{,}05}\right) = 1{,}087(1 + 0{,}273) = 1{,}087 \times 1{,}273 = 1{,}384 \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Наименьшее давленіе у ребра $B'B'$:

$$min\sigma = \sigma_0\left(1 - 6\frac{(2{,}525 - 2{,}295)}{5{,}05}\right) = 1{,}087(1 - 0{,}273) = 1{,}087 \times 0{,}727 = 0{,}790 \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Принимая во вниманіе треніе насыпи о заднюю плоскость подпорной стѣнки коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около ребра $A'A'$:

$$m' = \frac{Wv + fQ_0 \times 4{,}90}{Q_0'(q_0' + 1{,}20)} = \frac{292376{,}328 + 0{,}57 \times 19856{,}793 \times 4{,}90}{70150} = \frac{347836{,}350}{70150} = 4{,}96.$$

2) на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m' = \frac{f(W + fQ_0)}{Q_0'} = \frac{0{,}57(96804{,}665 + 0{,}57 \times 19856{,}793)}{18746{,}673} = \frac{0{,}57 \times 108123}{18746{,}673} = \frac{61630{,}131}{18746{,}673} = 3{,}288.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія въ точкѣ, отстоящей отъ ребра $A'A'$:

$$\beta_1 = v_1 - Q_0' \frac{(q_0'+1,20)}{W'} = 3,217 - \frac{70150}{108123} = 3,217 - 0,649 = 2,569,—$$

что почти равно $\frac{5,05}{2} = 2,525$—половинѣ ширины основанія, т. е. равнодѣйствующая горизонтальныхъ и вертикальныхъ силъ проходитъ чрезъ центръ тяжести основанія и слѣдовательно давленіе по плоскости основанія почти равномѣрно,—

гдѣ: $W' = W = fQ_0 = 96804,665 + 0,57 \times 19856,793 = 108123,037$;

$$W'v' = Wv + fQ_0 \times 4,90 = 292376,328 + 0,57 \times 19856,793 \times 4,90 = 347836,350;$$

$$v' = \frac{W'v'}{W'} = \frac{347836,350}{108123} = 3,217.$$

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0' = \frac{W'}{\omega} = \frac{108123}{89082} = 1,214 \ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

II) Повѣрка устойчивости Московской подпорной стѣнки:

Высота временной нагрузки (поѣзда), приведенной къ матеріалу насыпи по предыдущему:

$$h = \frac{915,7125 \times 4}{(7,80 \times 0,57735) \times (1,25 + 0,20) \times 1000} = 0,561 \text{ саж.},$$

гдѣ: 915,7125 пудовъ=15 тоннъ—вѣсъ нагрузки на ось паровоза, 7,80 саж.—высота насыпи, $0,57735 = tg30^0$—угла обрушенія призмы, насыпанной за стѣнкою, $(1,25+0,20)=1,45$ саж.—ширина стѣнки, на которую дѣйствуетъ временная нагрузка, $\gamma = 1000$ пуд.—вѣсъ 1 куб. саж. земли.

Согласно предыдущему къ этой высотѣ надо прибавить толщину балластнаго слоя надъ бровкою полотна 0,24 сажени и подъ рельсомъ 0,20 саж.:

$$h_0 = 0,561 + 0,24 = 0,801 \text{ саж.}$$

Полный напоръ земли Q_0 составляется изъ напора Q_1 дѣйствующаго съ участіемъ временной нагрузки на протяженіи $(1,25+0,20)=1,45$ саж. по ширинѣ подпорной стѣнки, и напора Q_2, дѣйствующаго на остальной ширинѣ стѣнки, т. е. на ширинѣ $2,20-1,45=0,75$ саж.

Напоръ:

$$Q_1 = \frac{1,45}{2} \times \gamma \times tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right) \times H_0' \times (H_0 + 2h_0) = 1,45 \times 166,67 \times H_0 \times (H_0 + 1,602) = 241,67 \times$$
$$\times H_0 \times (H_0 + 1,602).$$

Напоръ:

$$Q_2 = 0,75 \times 166,67 \times H_0^2 = 125,00 \times H_0^2.$$

Полный напоръ на подпорную стѣнку со стороны насыпи:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 = H_0 \times (366,67 \times H_0 + 387,15).$$

Плечо напора Q_1:

$$q_1 = \frac{H_0 \times (H_0 + 2,403)}{3(H_0 + 1,602)}$$

и моментъ:

$$Q_1 q_1 = \frac{241,67 \times H_0^2 \times (H_0 + 2,403)}{3}.$$

Плечо напора Q_2:

$$q_2 = \frac{H_0}{3} \text{ и моментъ } Q_2 q_2 = \frac{125 \times H_0^3}{3}.$$

Подставляя вмѣсто H_0 высоту насыпи надъ обрѣзомъ фундамента $H_0 = 7,80$ саж., получимъ полный напоръ $Q_2 = 7,80(366,67 \times 7,80 + 387,15) = 25327,77$ пуд.

Моментъ напора:

$$Q_0 q_0 = \frac{H_0^2}{3}(366,67 H^0 + 580,725) = \frac{7,80^2}{3}(366,67 \times 7,80 + 580,725) = 69777,903 \text{ пог. саж.}$$

Плечо напора $q_0 = \frac{Q_0 q_0}{Q_0} = \frac{69777,903}{25327,77} = 2,755$ саж.

Опредѣлимъ коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A (черт. 2), не принимая въ расчетъ давленія конуса на лицевую плоскость стѣнки, при чемъ предполагается, что временная нагрузка занимаетъ насыпь лишь за задней гранью стѣнки.

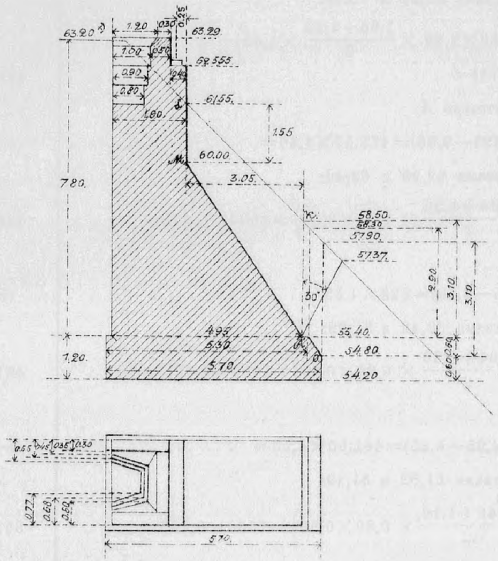
Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку и моменты относительно ребра A:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ земли, заполняющей заднюю пустоту въ подпорной стѣнкѣ:		
а) Между отмѣтками 63,29 и 62,99:		
$1000 \times \left(1,60 \times 1,20 \times \frac{1,00+1,50}{2} \times 1,00\right) \frac{0,30}{2} = 1000 \times$ $\times 0,4755 = \ldots$	475,50	
Моментъ относительно A:		
$475,50 \times (495 - 0,55) = 475,50 \times 4,40 = \ldots$	—	2092,20
б) Между отмѣтками 62,99 и 62,49:		
$1000 \times \left(\frac{1,00+1,50}{2} \times 1,00 \times 0,50\right) = 1000 \times 0,625 = \ldots$	625	
Моментъ:		
$625 \times (4,95 - 0,50) = 625 \times 4,45 = \ldots$	—	2781,25
в) Между отмѣтками 62,49 и 61,99:		
$1000 \times \left(\frac{0,84+1,30}{2} \times 0,90 \times 0,50\right) = 1000 \times 0,4815 = \ldots$	481,50	
Моментъ:		
$481,50 \times (4,95 - 0,45) = 481,50 \times 4,50 = \ldots$	—	2166,75
г) Между отмѣтками 61,99 и 61,49:		
$1000 \times \left(\frac{0,66+1,10}{2} \times 0,80 \times 0,50\right) = 1000 \times 0,352 = \ldots$	352	
Моментъ:		
$352 \times (4,95 - 0,40) = 352 \times 4,55 = \ldots$	—	1601,60
2) Вѣсъ кладки между отмѣтками 63,29 и 60,00:		
$1300[2,20(3,29 \times 1,90 - 0,40 \times 0,73) - (0,4755 + 0,625 +$ $+ 0,4815 + 0,352)] = 1300 \times 11,1758 = \ldots$	14528,54	
Моментъ:		
$1300 \times [2,20(3,29 \times 1,90 \times 4,00 - 0,40 \times 0,73 \times 3,25) -$ $- (2,0922 + 2,78125 + 2,16675 + 1,6016)] = 1300 \times$ $\times [2,20(25,004 - 0,949) - 8,6418] = 1300 \times 44,2792 = \ldots$	—	57562,96
3) Вѣсъ кладки между отмѣтками 60,00 и 55,40:		
$1300 \times 2,20 \times \left(\frac{1,90+4,95}{2}\right) \times 4,60 = 1300 \times 34,661 = \ldots$	45059,30	

	Пуд.	Пудо-саж.
Моментъ:		
$45059{,}30\times\left(4{,}95-\frac{1{,}90+4{,}95}{2\times2}\right)=45059{,}30\times3{,}2375=\ldots$	—	145879,484
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $v_0=\ldots\ldots\ldots$	61521,84	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра $A\ldots\ldots v_0p_0=$	—	212084,244

Плечо равнодѣйствующей:

$$p=\frac{v_0p_0}{v_0}=\frac{212084{,}244}{61521{,}84}=3{,}447.$$



Коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m=\frac{v_0p_0}{Q_0q_0}=\frac{212084{,}244}{69777{,}903}=3{,}039.$$

2) на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_1=\frac{fv_0}{Q_0}=\frac{0{,}70\times61521{,}84}{25327{,}77}=\frac{43065{,}288}{25327{,}77}=1{,}70.$$

Опредѣлимъ теперь коэффиціентъ устойчивости подпорной стѣнки на вращеніе около ребра A и на скольженіе въ плоскости фундамента AB, принимая во вниманіе напоръ конуса на лицевую плоскость стѣнки и вѣсъ половины пролета 5-ти саженнаго моста.

*) Высота насыпи уменьшена на 0,08 (до 63,12); баластный же слой увеличенъ на 0,08 (до толщ. 0,32).

При вычисленіи напора конуса будемъ принимать во вниманіе только его нижнюю часть, ограниченную сверху горизонтальною плоскостью на отмѣткѣ 57,37.

Напоръ конуса $Q_3=\frac{b\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)h^2$,

гдѣ: $\gamma=1000$ пуд.; $45^0-\frac{\varphi}{2}=30^0$; $\frac{\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=166{,}67$,

ширина стѣнки, подверженная напору $b=2{,}20$; $h=57{,}37-55{,}40=1{,}97$ саж.

Тогда $Q_3=2{,}20\times166{,}67\times(1{,}97^2)=1423$ пуд.

Плечо напора относительно точки A:

$$q_3=\frac{h}{3}=\frac{1{,}97}{3}=0{,}66 \text{ саж.}$$

Моментъ напора конуса:

$$Q_3q_3=1423\times0{,}66=939{,}18 \text{ пудо-саж.}$$

Моментъ равнодѣйствующей Q_0' напоровъ Q_0—земли и Q_3—конуса:

$$Q_0'q_0'=Q_0q_0-Q_3q_3=69777{,}903-939{,}18=68838{,}723 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на стѣнку выше обрѣза фундамента:

$$Q_0'=Q_0-Q_3=25327{,}77-1423=23904{,}77 \text{ пуд.}$$

Плечо q_0' силы Q_0' относительно ребра:

$$A-q_0'=\frac{Q_0'q_0'}{Q_0'}=\frac{68838{,}723}{23904{,}77}=2{,}88.$$

Къ вычисленнымъ ранѣе вертикальнымъ силамъ и ихъ моментамъ относительно ребра A добавляемъ еще слѣдующія силы и ихъ моменты относительно того же ребра A:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ земляной призмы $AKLM$:		
$1300\times2{,}20\times\frac{1{,}55+3{,}10}{2}\times3{,}05=1300\times15{,}60075=\ldots$	20280,975	
Моментъ относительно ребра A:		
$20280{,}975\left(\frac{3{,}05}{2}\times\frac{(2\times1{,}55+3{,}10)}{1{,}55+3{,}10}\right)=20280{,}975\times1{,}356=$	—	27492
2) Вѣсъ половины пролета 5-ти саженнаго моста вмѣстѣ съ временной нагрузкой $=\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$	3162	
Моментъ:		
$3162\times(4{,}95-1{,}90+0{,}25)=3162\times3{,}30=\ldots\ldots$	—	10434,60
3) Вѣсъ временной нагрузки, расположенной на подпорной стѣнкѣ:		
$1000\times0{,}801\times1{,}45\times1{,}50=1000\times1{,}742175=\ldots\ldots$	1742,175	
Моментъ:		
$1742{,}175\times(4{,}95-0{,}75)=1742{,}175\times4{,}20=\ldots\ldots$	—	7317,135
Итого.	25185,15	45243,735

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку выше обрѣза фундамента:

$$v_0'=v_0+25185{,}15=61521{,}84+25185{,}15=86706{,}99 \text{ пуд.}$$

Моментъ силы v' относительно ребра A:

$$v_0'p_0'=v_0p_0+45243{,}735=212084{,}244+45243{,}735=257327{,}979 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей v_0' относительно ребра A:

$$p_0' = \frac{v_0' p_0}{v_0'} = \frac{257327,979}{86706,99} = 2,968.$$

Принимая во вниманіе всѣ силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку (кромѣ тренія земли по кладкѣ), получимъ коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m_1 = \frac{v_0' p_0'}{Q_0' q_0'} = \frac{257327,979}{68838,723} = 3,738.$$

2) на скольженіе въ плоскости фундамента:

$$m_1' = \frac{f v_0' + f' P}{Q_0'} = \frac{0,70 \times 86706,99 + 0,57 \times 8630}{23904,77} = \frac{65613,993}{23904,77} = 2,745.$$

P—вѣсъ земли, находящейся между плоскостью AM и береговымъ быкомъ и состоящій изъ p—вѣса конуса между плоскостью AM и береговымъ быкомъ и p'—вѣса земляной призмы между конусомъ и береговымъ быкомъ;

$$p = 1000 \times 2,20 \times \left(\frac{1,60+3,10}{3}\right) \times 1,50 = 1000 \times 7,775 = 7755 \text{ пуд.};$$

p'=(по предыдущему)=875 пуд.;

$P = p + p' = 7755 + 875 = 8630$ пуд.

Опредѣлимъ условія устойчивости подпорной стѣнки въ плоскости основанія.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку вмѣстѣ съ вѣсомъ фундамента, и ихъ моменты относительно ребра $A'A'$:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вертикальная сила $v_0' =$	86706,99	
Моментъ относительно A':		
$86706,99 \times 3,568 =$	—	309370,54
2) Вѣсъ кладки фундамента:		
$1300 \times 2,50 \times 0,60 \times \left(\frac{5,30+5,70}{2} + 5,70\right) = 1950 + (5,50 + 5,70) = 1950 \times 11,2 =$	21840	
Моментъ:		
$1300 \times 2,50 \times 0,60 (5,50 \times 2,95 + 5,70 \times 2,85) = 1950 \times 32,47 =$	—	63316,50
3) Вѣсъ земли, давящей на обрѣзы фундамента:		
$1000 \times \left(2,50 \times 0,15 \times 7,80 + 2 \times 4,95 \times 0,15 \times \frac{7,80+3,10}{2} + 2,50 \times [(0,20 \times 3,00) + (0,40 \times 3,00)]\right) = 1000(2,925 + 2 \times 4,046625 + 4,500) = 1000 \times 15,51825 =$	15518,25	
Моментъ:		
$1000\left[2,925 \times 5,625 + 2 + 4046625 \times \left\{\frac{4,95}{3}\left(\frac{2 \times 7,80+3,10}{7,80+3,10}\right) + 0,60\right\} + 2,50 \times \left\{0,60 \times \left(\frac{2 \times 3,10+2,90}{3,10+2,90} \times \frac{0,20}{3} + 0,40\right) + 1,20 \times \left(\frac{2 \times 2,90+3,10}{2,90+3,10} \times \frac{0,40}{3}\right)\right\}\right] = 1000(16,453125 + 2 \times 13,882894 + 1,345) = 1000 \times 45,563913 =$	—	45563,913
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ $W =$	124065,24	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра $A'A'$ . . . $Wv =$	--	418250,953

Плечо равнодѣйствующей:

$$v = \frac{Wv}{W} = \frac{418250,953}{124065,24} = 3,371.$$

Коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около ребра $A'A'$:

$$m = \frac{Wv}{Q_0'(q_0'+1,20)} = \frac{418250,953}{23904,77 \times (2,88+1,20)} = \frac{418250,953}{97524,447} = 4,289.$$

2) на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m' = \frac{fW}{Q_0'} = \frac{0,57 \times 124065,24}{23904,77} = \frac{70717,187}{23904,77} = 2,958.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія въ точкѣ, отстоящей отъ ребра $A'A'$ въ разстояніи:

$$\beta = v - \frac{Q_0'(q_0'+1,20)}{W} = 3,371 - \frac{97524,447}{124065,24} = 3,371 - 0,786 = 2,585 \text{ саж.},$$

что больше $= \frac{5,70}{3} = 1,90$ саж.

Слѣдовательно, равнодѣйствующая не выходитъ изъ средней трети основанія.

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0 = \frac{W}{\omega} = \frac{124065,24}{5,70 \times 2,50 \times 7056} = \frac{124065,24}{100548} = 1,234 \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. дюйм.}}$$

Наибольшее давленіе у ребра $A'A'$:

$$max\sigma = \sigma_0\left(1 + \frac{6(2,85-2,585)}{5,70}\right) = 1,234(1+0,279) = 1,234 \times 1,279 = 1,578 \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Наименьшее давленіе у ребра $B'B'$:

$$min\sigma = \sigma_0(1-0,279) = 1,234 \times 0,721 = 0,89 \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Опредѣлимъ коэффиціентъ устойчивости, принимая во вниманіе силу тренія подпорной стѣнки о насыпь:

1) на вращеніе около ребра $A'A'$:

$$m = \frac{Wv + fQ_0 \times 5,55}{Q_0'(q_0'+1,20)} = \frac{418250,953 + 0,57 \times 25327,77 \times 5,55}{97524,447} = \frac{498375,353}{97524,447} = 5,11.$$

2) на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_1 = \frac{f(W + fQ_0)}{Q_0'} = 0,57 \times \frac{(124065,24 + 0,57 \times 25327,77)}{23904,77} = \frac{0,57 \times 138502}{23904,77} = \frac{78946,179}{23904,77} = 3,303.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія въ точкѣ, отстоящей отъ ребра $A'A'$ въ разстояніи:

$$\beta_1 = v' - \frac{Q_0'(q_0'+1,20)}{W'} = 3,598 - \frac{97524,447}{138502} = 3,598 - 0,704 = 2,894,-$$

что почти равно $\frac{5,70}{2} = 2,85$ саж., т. е. половинѣ ширины основанія, слѣдовательно давленіе по плоскости основанія распредѣляется почти равномѣрно. Здѣсь:

$$W' = W + fQ_0 = 124065,24 + 0,57 \times 25327,77 = 138502 \text{ пуд.}$$

$$W'v' = Wv + fQ_0 \times 5,55 = 418250,953 + 0,57 \times 25327,77 \times 5,55 = 498375,353 \text{ пудо-саж.}$$

$$v' = \frac{W'v'}{W'} = \frac{498375,353}{138502} = 3,598.$$

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0 = \frac{W'}{\omega} = \frac{138502}{100548} = 1{,}377 \ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Повѣрка устойчивости берегового быка.

При повѣркѣ устойчивости берегового быка примемъ, что размывъ дна около быка достигнетъ отмѣтки 54,66 (средній размывъ).

Горизонтальныя силы и ихъ моменты относительно ребра A:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Напоръ части конуса NOP, считая по ширинѣ быка для запаса 4,90 саж.: $Q_1 = \frac{4{,}90\times1000}{2} tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)(h_1^2-h_2^2) = \frac{4{,}90\times1000}{6}\times(6{,}22^2-3{,}59^2) =$	21070,245	
Моментъ: $21070{,}245\left(h_1-\frac{2(h_1^3-h_2^3)}{3(h_1^2-h_2^2)}\right) = 21070{,}245\times\left(6{,}22-\frac{2(6{,}22^3-3{,}59^3)}{3(6{,}22^2-3{,}59^2)}\right) = 21070{,}245\times1{,}197 =$	—	25221,083
2) Напоръ земляной призмы между быкомъ и конусомъ: $Q_2 = \frac{1{,}00\times\gamma}{2} tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)H^2 = \frac{1{,}00\times1000}{6}\times1{,}00^2 =$ . . .	166,67	
Моментъ: $166{,}67\left(\frac{H_3}{3}+2{,}38\right) = 166{,}67\times2{,}713 =$	—	452,217
Равнодѣйствующая горизонтальныхъ силъ $Q =$	21236,912	
Моментъ ея относительно ребра A . . . . . $Qq =$	—	25673,300

Плечо ея — $\frac{25673{,}300}{21236{,}912} = 1{,}209$.

	Пуды.	Пудо-саж.
Вертикальныя силы и ихъ моменты относительно ребра A:		
1) Вѣсъ кладки быка между отмѣтками 62,24 и 54,66: $1300\left\{\left[\frac{\pi\times1{,}40^2}{4}+3{,}10\times1{,}40+\sqrt{\left(\frac{\pi\times1{,}40^2}{4}+3{,}10\times1{,}40\right)\times\left(\frac{\pi\times1{,}70^2}{4}+3{,}10\times1{,}70\right)}+\frac{\pi\times1{,}70^2}{4}+3{,}10\times1{,}70\right]\times\frac{5{,}34}{3}+\frac{\pi\times1{,}80^2}{4}+3{,}10\times1{,}80\times1{,}50+2{,}30\times5{,}30\times0{,}74\right\} = 1300(35{,}737416+12{,}18705+9{,}0206) = 1300\times56{,}945066 =$	74028,586	
Моментъ $74028{,}586\times1{,}15 =$	—	85132,874
2) Вѣсъ половины пролета 5-ти саженнаго моста съ временной нагрузкой = ...	3162	
Моментъ его $3162\times1{,}42 =$	—	4490,04

	Пуды.	Пудо-саж.
3) Вѣсъ половины 35-ти саженнаго пролета съ временной нагрузкой = ...	21410	
Моментъ его $21410\times1{,}05 =$	—	22480,50
4) Вѣсъ земли, давящей на обрѣзы фундамента *): $1000\times\left(0{,}25\times5{,}30\times\frac{1{,}89+1{,}64}{2}+2\times0{,}25\times1{,}64\times\frac{1{,}64}{2}\right) = 1000\times(2{,}3386+0{,}6724) =$	3011	
Моментъ ея: $1000\times\left\{2{,}3386\times\left(\frac{0{,}25}{3}\times\frac{2\times1{,}89+1{,}64}{1{,}89+1{,}64}+2{,}05\right)+0{,}6724\times\left(\frac{2\times1{,}64}{3}+0{,}41\right)\right\} = 1000\times(2{,}3386\times2178+0{,}6724\times1{,}503) = 1000\times6{,}104088 =$ . . .	—	6104,088
5) Треніе между конусомъ и задней стѣнкой быка: $Qtg30^2 = 0{,}57\times21236{,}912 =$	12105,04	
Моментъ его: $12105{,}04\times2{,}05 =$	—	24815,332
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ $W =$	113716,626	
Моментъ равнодѣйствующей относительно ребра A . . $Ww =$	—	143022,834

Плечо ея относительно ребра A:

$$w = \frac{Ww}{W} = \frac{143022{,}834}{113716{,}626} = 1{,}258.$$

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ площадь горизонтальнаго сѣченія быка на отмѣткѣ 54,66 въ точкѣ, находящейся отъ ребра A въ разстояніи:

$$b = w - \frac{Qq}{W} = 1{,}258 - \frac{25673{,}300}{113716{,}626} = 1{,}258 - 0{,}226 = 1{,}032 \text{ саж.},$$

что больше $\frac{2{,}30}{6} = 0{,}767$ саж.

Слѣдовательно равнодѣйствующая пересѣкаетъ площадь сѣченія быка на отмѣткѣ 54,66 въ средней ея трети, чѣмъ обезпечивается устойчивость быка въ этой плоскости.

Коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A:

$$m_1 = \frac{Ww}{Qq} = \frac{143022{,}834}{25673{,}300} = 5{,}571.$$

2) на скольженіе въ плоскости 54,66:

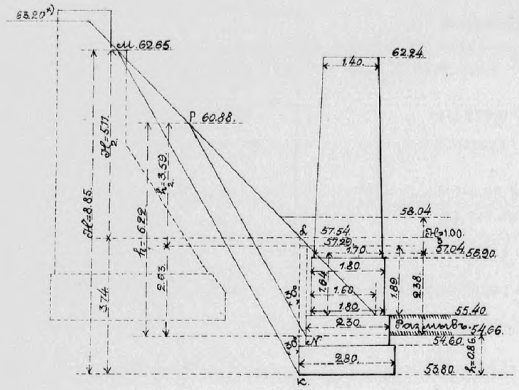
$$m_2 = \frac{fW}{Q} = \frac{0{,}70\times113716{,}626}{21236{,}912} = \frac{79601{,}638}{21236{,}912} = 3{,}748.$$

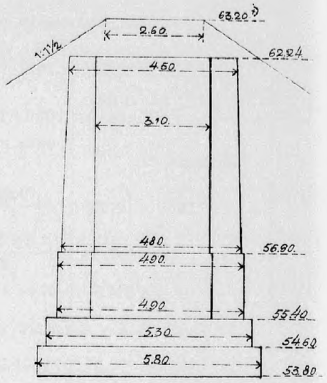
*) При чемъ для запаса прочности не принятъ въ расчетъ вѣсъ земляной призмы между быкомъ и конусомъ,— взамѣнъ пониженій очертаній конуса.

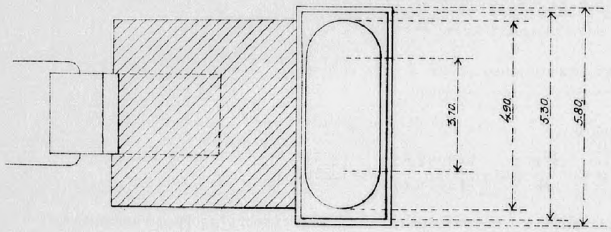
Опредѣлимъ теперь устойчивость берегового быка въ плоскости его основанія на 53,80, при чемъ въ виду того, что быкъ погруженъ въ воду на 1,67 саж. ниже горизонта меженнихъ водъ, вводимъ въ расчетъ слѣдующія данныя:

1) вѣсъ одной куб. саж. воды=600 пуд.

2) „ „ „ „ земли ниже меженняго горизонта 400 пуд.







	Пуды.	Пудо-саж.
1) Напоръ земляной призмы между быкомъ и конусомъ $Q_1=$	166,67	
Моментъ $166,67\times\left(\frac{1,00}{3}+3,24\right)=$	—	595,555
2) Напоръ конуса, считая по ширинѣ быка 4,90 саж.:		
$Q_2=\frac{4,90}{2}\gamma tg^2(45-\varphi)(H_1^2-H_2^2)=\frac{4,900\times1000}{6}(8,85^2-5,11^2)=816,67\times52,2104=$	42638,493	
Моментъ:		
$42638,493\times\left(8,85-\frac{2(8,85^3-5,11^3)}{3(8,85^2-5,11^2)}\right)=42638,493\times1,703=$	—	72613,354
$Q_0=$	42805,16	73208,909

*) Высота насыпи уменьшена на 0,08 (до 63,12); баластный же слой увеличенъ на 0,08 (до толщ. 0,32).

	Пуды.	Пудо-саж.
Напору Q_0—противодѣйствуетъ напоръ земли спереди быка между отмѣтками 53,80 и 54,66 и равный:		
$Q_3=\frac{5,30\times4,00}{2}tg^2(30)h^2=\frac{2120}{6}\times0,86^2=$	261,325	
Моментъ $=\frac{261,325\times0,86}{3}=$	—	74,913
Равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ $Q=$	42543,835	
Моментъ ея $Qq=$	—	73133,996

Вертикальныя силы, дѣйствующія на быкъ.

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ каменной кладки быка:		
$1300\times\left\{\left[\left(\frac{\pi\times1,40^2}{4}+3,10\times1,40\right)+\sqrt{\left(\frac{\pi\times1,40^2}{4}+3,10\times1,40\right)\times\left(\frac{\pi\times1,70^2}{4}+3,10\times1,70\right)+\left(\frac{\pi\times1,70^2}{4}+3,10\times1,70\right)}\right]\times\frac{5,34}{3}+\left(\frac{\pi\times1,80^2}{4}+3,10\times1,80\right)\times1,50+(2,30\times5,30\times0,80)+(2,80\times5,80\times0,80)\right\}=$		
$=1300(35,737416+12,18705+9,752+12,992)=1300\times70,668466=$	91869	
Моментъ $91869\times1,40=$	—	128616,600
2) Вѣсъ $^1/_2$ пролета пятисаженнаго моста съ временной нагрузкой=	3162	
Моментъ $3162\times1,67=$	—	5280,54
3) Вѣсъ половины 35 саж. пролета вмѣстѣ съ временной нагрузкой=	21410	
Моментъ $21410\times1,30=$	—	27833
4) Вѣсъ земли, давящей на обрѣзы фундамента *):		
$1000\times\left(0,25\times5,80+\frac{2,07+1,82}{2}+0,25\times5,30\times\frac{1,82+1,57}{2}+2\times0,25\times1,82\times\frac{1,82}{2}+2\times0,25\times1,57\times\frac{1,57}{2}\right)+400\times\left(0,25\times5,80\times0,87+0,25\times5,30\times0,07+2\times0,25\times1,82\times0,87+2\times0,25\times0,48\times\frac{0,87+0,39}{2}+2\times0,25\times1,57\times0,07+2\times0,25\times0,07\times\frac{0,07}{2}+0,25\times5,80\times\frac{0,39+0,14}{2}\right)=$		
$=1000\times(2,82025+2,245875+0,8281+0,616225)+400\times(1,2615+0,09275+0,7917+0,1512+0,05495+0,001225+0,38425)=1000\times6,51045+400\times2,737575=$	7605,48	

*) При чемъ для запаса прочности не принятъ въ расчетъ вѣсъ земляной призмы между быкомъ и конусомъ—взамѣнъ пониженій очертаній конуса.

	Пуды.	Пудо-саж.
Моментъ:		
$1000\times\left\{2{,}82025\times\left(\frac{0{,}25}{3}\times\frac{2\times2{,}07+1{,}82}{2{,}07+1{,}82}+2{,}55\right)+2{,}245875\times\right.$		
$\times\left(\frac{0{,}25}{3}\times\frac{2\times1{,}82+1{,}57}{1{,}82+1{,}57}+2{,}30\right)+0{,}8281\times(^2/_3\times1{,}82+$		
$\left.+0{,}73)+0{,}616225\times(^2/_3\times1{,}57+0{,}73)\right\}+400\times\left\{1{,}2615\times\right.$		
$\times2{,}675+0{,}09275\times2{,}425+0{,}7917\times1{,}64+0{,}1512\times\left(\frac{0{,}48}{3}\times\right.$		
$\left.\times\frac{2\times0{,}87+0{,}39}{0{,}87+0{,}39}+0{,}25\right)+0{,}05495\times1{,}515+0{,}001225\times$		
$\left.\times(^2/_3\times0{,}07+0{,}66)+0{,}38425\times\left(\frac{0{,}25}{3}\times\frac{2\times0{,}39+0{,}14}{0{,}39+0{,}14}\right)\right\}=$		
$=1000\times(2{,}82025\times2{,}6777+2{,}245875\times2{,}428+0{,}8281\times$		
$\times1{,}9433+0{,}616625\times1{,}7767)+400\times(1{,}2615\times2{,}675+$		
$+0{,}09275\times2{,}425+0{,}7917\times1{,}64+0{,}1512\times0{,}5205+$		
$+0{,}05495\times1{,}515+0{,}001225\times0{,}7067\times0{,}38425\times0{,}1447)=$		
$=1000\times15{,}708862+400\times5{,}116235=$	—	17755,356
5) Сила тренія конуса по быку $=0{,}57\times42543{,}835=$	24249,986	
Моментъ $24249{,}986\times2{,}30=$	—	55774,968
Всего	148296,466	235260,464
Къ вычету подлежитъ вѣсъ вытѣсненной воды между отмѣтками 53,80 и 55,47:		
$600\times\left\{2{,}80\times5{,}80\times0{,}80+2{,}30\times5{,}30\times0{,}80+\left(\frac{\pi\times1{,}80^2}{4}+\right.\right.$		
$\left.\left.+3{,}10\times1{,}80\right)\times0{,}07\right\}=600\times23{,}312729=$	13987,637	
Моментъ ея $13987{,}637\times1{,}40=$	—	19582,692
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ . . . . . $W=$	134308,829	
Моментъ ея . . . . . $Ww=$	—	215677,772

Плечо равнодѣйствующей $W=\frac{Ww}{W}=\frac{215677{,}772}{134308{,}829}=1{,}606$ саж.

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія въ точкѣ, отстоящей отъ ребра A' въ разстояніи:

$$\beta=W-\frac{Qq}{W}=1{,}606-\frac{73133{,}996}{134308{,}829}=1{,}606-0{,}545=1{,}061,$$

что больше $=\frac{2{,}80}{3}=0{,}933$ саж., т. е. равнодѣйствующая пересѣкаетъ подошву въ средней трети и потому устойчивость обезпечена.

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0=\frac{W}{\omega}=\frac{134308{,}829}{5{,}80\times2{,}80\times7056}=\frac{134308{,}829}{114589{,}44}=1{,}172 \text{ пог. саж.}$$

Наибольшее давленіе у ребра A':

$$max\sigma=\sigma_0\left(1+\frac{6(1{,}40-1{,}061)}{2{,}80}\right)=1{,}172\times1{,}726=2{,}023 \text{ пуд.}$$

Наименьшее давленіе:

$$min\sigma=\sigma_0\left(1-\frac{6(1{,}40-1{,}061)}{2{,}80}\right)=1{,}172\times0{,}274=0{,}321\ \frac{\text{пуд.}}{\text{кв. дюйм.}}$$

Коэффиціентъ устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A':

$$m_1=\frac{Ww}{Qq}=\frac{215677{,}772}{73133{,}996}=2{,}949;$$

2) на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_2=\frac{fW}{Q}=\frac{0{,}57\times134308{,}829}{42543{,}835}=\frac{76556{,}033}{42543{,}835}=1{,}799.$$

Въ виду незначительнаго средняго давленія на грунтъ, а именно $1{,}172\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}}$, что менѣе допускаемаго давленія на грунтъ песчаный съ камнемъ, возможно основаніе быка заложить непосредственно на грунтѣ въ шпунтовомъ огражденіи; тѣмъ не менѣе предположено, вопросъ о выборѣ системы основанія оставить открытымъ до вырытья котлованов, когда возможно будетъ безошибочно определить, необходима ли забивка свай подъ быкъ, или нѣтъ.

Въ случаѣ устройства свайнаго основанія необходимое количество свай опредѣлится (допуская давленіе на сваю не болѣе 1200 пуд.):

$$N=\frac{W}{1200}=\frac{134308{,}829}{1200}=\backsim112.$$

Расположеніе свай показано на чертежѣ опоръ моста, при чемъ взято 120 свай при давленіи на каждую:

$$\frac{134308{,}829}{120}=1119{,}234 \text{ пуд.}$$

За Главнаго Инженера *А. Мурзо.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *С. Ольшевскій.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ опоръ моста одобренъ Инженернымъ Совѣтомъ по журналу 1898 г. № 85 съ тѣмъ, чтобы:

1) переходъ отъ вертикальной грани къ уклону въ лицевыхъ граняхъ подпорныхъ стѣнокъ обоихъ устоевъ былъ начатъ выше на 0,50 саж. (на отмѣткѣ 60,50);

2) въ случаѣ устройства основанія опоръ въ каменистомъ грунтѣ, глубина заложенія сихъ основаній, по снесеніи верхняго болѣе слабаго слоя, была не менѣе 0,50 саж.;

3) при устройствѣ берегового быка на сваяхъ среднее давленіе на сваю не превосходило 1000 пуд.;

4) между береговымъ быкомъ и подпорною стѣнкою въ обоихъ устояхъ были сдѣланы соединительныя продольныя стѣнки по типу, принятому въ другихъ мостахъ Общества.

При этомъ Инженерный Совѣтъ предоставилъ Инспектору по сооруженію новыхъ линій Рязанско-Уральской жел. дор. рѣшить, по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ по постройкѣ Павелецъ-Московской линіи, вопросъ какъ о родѣ и глубинѣ основаній опоръ моста, такъ равно и объ общемъ расположеніи и размѣрахъ струенаправляющихъ у моста сооруженій въ зависимости отъ свойствъ грунта и мѣстныхъ условій.

Подписалъ: За Директора Вѣрженскій.

Скрѣпилъ: Дѣлопроизводитель Мацѣевскій.

На копіи написано:

Вѣрно: Помощникъ Дѣлопроизводителя Яковлевъ.

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ проекту, утвержденному Департаментомъ жел. дор. по докладу 28 Апрѣля 1898 г. № 749.

130

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ОСЕТРЪ

на 84 верстѣ

Павелецъ-Московской линіи.

РАСЧЕТЪ

отверстія и опоръ моста чрезъ рѣку ОСЕТРЪ,

на 84 верстѣ

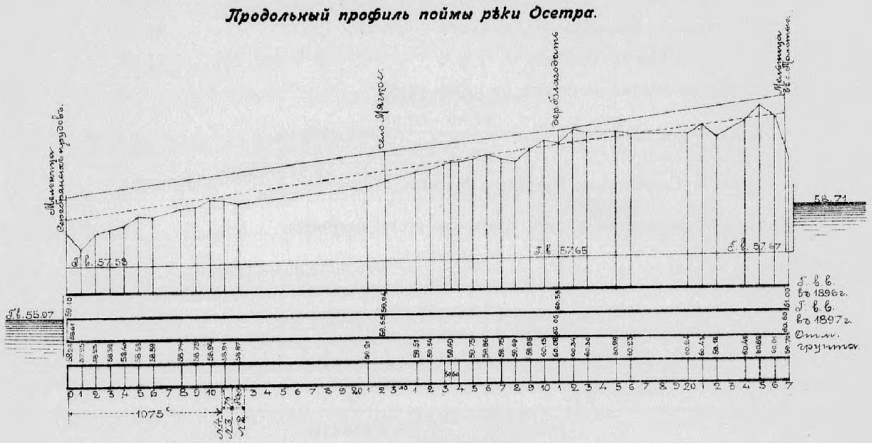
Лавелецъ-Московской линіи.

Данныя для подсчета.

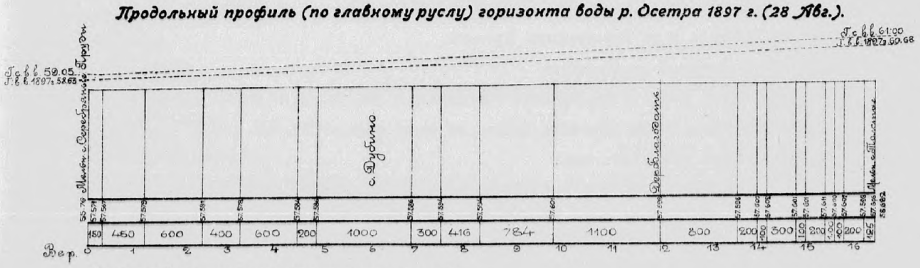
Горизонты весеннихъ водъ въ 1897 году:

1) На мельницѣ у Серебряныхъ Прудовъ . . . . . 58,63.
2) У села Мягкаго . . . . . 59,53.
3) У деревни Благодати . . . . . 60,06.
4) На мельницѣ у с. Толстыхъ . . . . . 60,68.

Продольный профиль поймы рѣки Осетра.



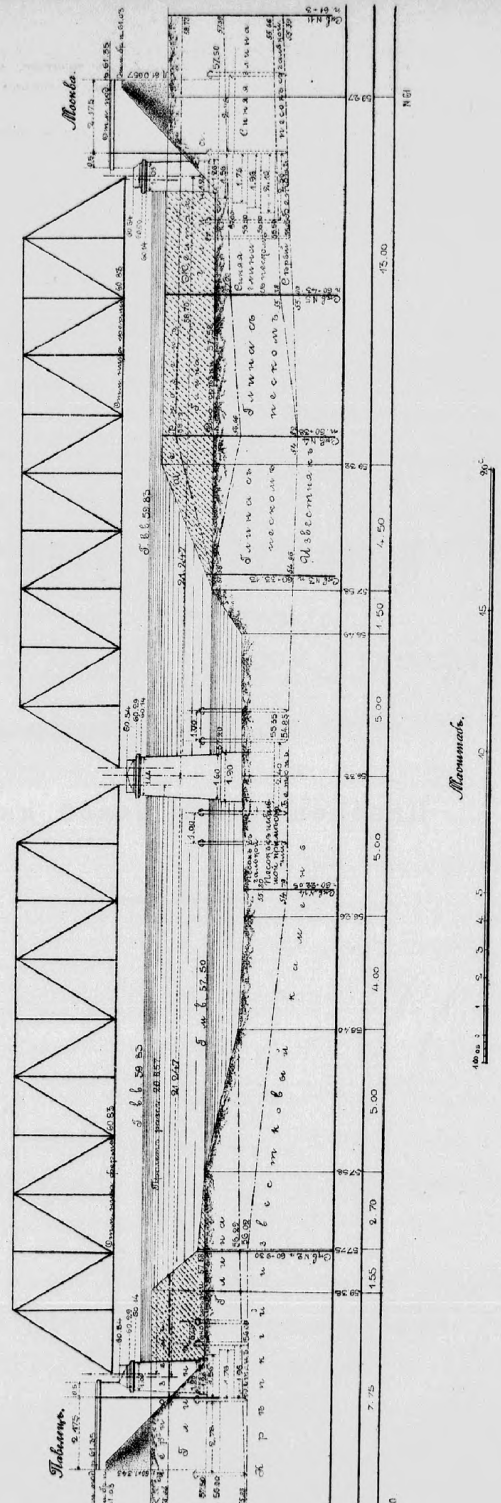
Продольный профиль (по главному руслу) горизонта воды р. Осетра 1897 г. (28 Авг.).



Разстоянія между вышеуказанными точками:

1) Отъ мельницы у Серебряныхъ Прудовъ . . . . . по руслу 3900 саж.
до села Мягкаго. . . . . по поймѣ 2250 саж.

Общій видъ моста чрезъ р. Осетръ, на 84 верстѣ Лавелецъ-Московской линіи.



2) Отъ села Мягкаго до деревни Благодати по поймѣ. . . . . 1200 саж.

3) Отъ деревни Благодати до мельницы у с. Толстыхъ по поймѣ . . . . . 1600 „

Всего между крайними пунктами . . . . . { по поймѣ 5050 „ / по руслу 8250 „

Отсюда средній уклонъ весеннихъ водъ 1897 г. на всемъ пройденномъ нивеллировкой протяженіи:

$$i_{1-4}=\frac{60,68-58,63}{5050}=0,000406,$$

а уклонъ на протяженіи между Серебряными Прудами и селомъ Мягкимъ въ раіонѣ предполагаемаго моста и живыхъ сѣченій рѣки, принятыхъ для подсчета:

$$i_{1-3}=\frac{59,53-58,63}{2250}=0,0004.$$

Примѣчаніе. Горизонты, какъ для 1897 г., такъ и для самыхъ высокихъ водъ взяты по указаніямъ жителей, но они, особенно въ крайнихъ точкахъ, заслуживаютъ полнаго довѣрія; при этомъ подпоръ мельницъ значенія не имѣетъ, такъ какъ во время половодья вода изъ прудовъ совершенно спускается.

Горизонты самыхъ высокихъ водъ.

1) У мельницы въ Серебряныхъ Прудахъ . . . . . 59,05.

2) У села Мягкаго . . . . . 59,94.

3) У деревни Благодати . . . . . 60,33.

4) У мельницы въ Толстыхъ . . . . . 61,00.

Отсюда уклоны (считая разстояніе по поймѣ рѣки):

а) для всего протяженія $i'_{1-4}=\frac{61,00-59,05}{5050}=0,000386;$

б) между Серебряными Прудами и Мягкимъ $i'_{1-3}=\frac{59,94-59,05}{2250}=0,000396.$

Для тѣхъ же протяженій уклонъ, считая по руслу, получится:

а) $i^0_{1-4}=\frac{61,00-59,05}{8250}=0,000236;$

б) $i^0_{1-2}=\frac{59,94-59,05}{3900}=0,0002282.$

Уклонъ поймы р. Осетра между точками +1200 и +2125 саж. (считая разстояніе отъ мельницы у Серебряныхъ Прудовъ):

$$i^0=\frac{59,27-58,87}{2125-1200}=0,000432.$$

Для опредѣленія уклона рѣки при меженнемъ горизонтѣ приняты отмѣтки ниже мельничной плотины въ Толстыхъ и въ Серебряныхъ Прудахъ:

1) На мельницѣ въ Толстыхъ . . . . . 57,67.

2) „ „ „ Серебряныхъ Прудахъ . . . . . 55,97.

Разстояніе между этими пунктами, считая по руслу рѣки, 8250 саж.

Средній уклонъ меженнихъ водъ:

$$i''=\frac{57,67-55,97}{8250}=0,000206.$$

Изъ числа 11 снятыхъ поперечныхъ профилей поймы съ живымъ сѣченіемъ рѣки, приняты для опредѣленія расхода профиля № 4, № 3 и № 2, такъ какъ онѣ: 1-е) приходятся на тотъ участокъ рѣки, гдѣ берега ея (во время разлива) наиболѣе опредѣленны, и 2) разстоянія ихъ отъ мѣста предполагаемаго моста незначительны и условія протеканія воды по нимъ можно принять за наиболѣе правильныя.

Въ другихъ же частяхъ между мостомъ и впаденіемъ р. Березинки (выше моста)—пойма изрѣзана лощинами, уклонъ которыхъ почти обратный теченію Осетра, вслѣдствіе чего теченіе весеннихъ водъ въ этомъ районѣ происходитъ неправильно и основаніемъ для расчета служить не должно. При опредѣленіи расходовъ принятъ для поймъ и главнаго русла однообразный уклонъ, равный среднему изъ уклоновъ поймъ и русла:

$$i=\frac{0,0003956+0,0002282}{2}=0,000312.$$

Горизонты самыхъ высокихъ водъ для избранныхъ живыхъ сѣченій:

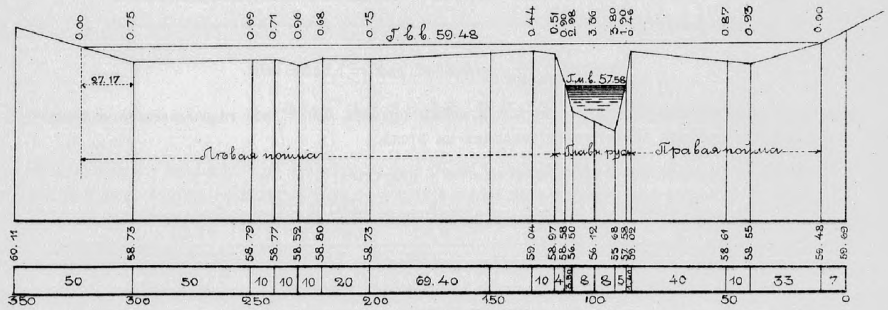
№№ живого сѣченія, взятыя по теченію ниже моста.	Разстоянія отъ оси моста саж.	Отмѣтка горизонта самыхъ высокихъ водъ.
Живое сѣченіе № 4′ . . .	1550 по руслу. 895 „ поймѣ.	59,48
„ „ № 3 . . .	1465 „ руслу. 820 „ поймѣ.	59,50
„ „ № 2 . . .	1385 „ руслу. 740 „ поймѣ.	59,52

На основаніи вышеприведенныхъ данныхъ вычислены элементы живыхъ сѣченій.

А) Живое сѣченіе № 4,

при отмѣткѣ горизонта самыхъ высокихъ водъ 59,48:

Поперечный профиль.



а) Русло рѣки.

Площадь:

$$\Omega=\tfrac{1}{2}(0,51+0,90)4,00+\tfrac{1}{2}(0,90+2,98)3,50+\tfrac{1}{2}(2,98+3,36)8,00+\tfrac{1}{2}(3,36+3,80)8,00+$$
$$+\tfrac{1}{2}(3,80+1,90)5,00+\tfrac{1}{2}(1,90+0,46)1,40=2,82+6,79+25,36+28,64+14,25+$$
$$+1,652=79,512 \text{ саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p=0,51+\sqrt{0,39^2+4^2}+\sqrt{2,08^2+3,50^2}+\sqrt{0,38^2+8^2}+\sqrt{0,44^2+8^2}+\sqrt{1,90^2+5^2}+$$
$$+\sqrt{1,44^2+1,40^2}+0,46=0,51+4,019+4,071+8,009+8,024+5,349+2,008+0,46=$$
$$=32,45 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{79,512}{32,45}=2,4503 \text{ саж.}=5,2278\ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet et Kutter*'у:

$$v_0' = c\sqrt{Ri};\ \text{гдѣ коэффиціентъ}\ c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right) \times \frac{n}{\sqrt{R}}}\ \text{въ метрахъ.}$$

Принимая для главнаго русла $n = 0{,}025$, получимъ:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{0{,}025} + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}\right) \frac{0{,}025}{\sqrt{5{,}2278}}} = \frac{67{,}97}{1 + \frac{0{,}699}{\sqrt{5{,}2278}}} = 52{,}0444.$$

$$v = 52{,}0444\sqrt{5{,}2278 \times 0{,}000312} = 2{,}1019\ mtr. = 0{,}985\ \text{саж.}$$

Расходъ $Q_1 = 79{,}512 \times 0{,}985 = 78{,}319$ куб. саж.

б) Пойма лѣваго берега.

Площадь:

$$\Omega = {}^1/_2 \times 0{,}75 \times 27{,}17 + {}^1/_2(0{,}75 + 0{,}69)50 + {}^1/_2(0{,}69 + 0{,}71)10 + {}^1/_2(0{,}71 + 0{,}96)10 + {}^1/_2(0{,}96 + 0{,}68)10 + {}^1/_2(0{,}68 + 0{,}75)20 + {}^1/_2(0{,}75 + 0{,}44)69{,}40 + {}^1/_2(0{,}44 + 0{,}51)10 = 10{,}189 + 36{,}00 + 7{,}00 + 8{,}35 + 8{,}20 + 14{,}30 + 41{,}293 + 4{,}75 = 130{,}082\ \text{кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = \sqrt{27{,}17^2 + 0{,}75^2} + \sqrt{50^2 + 0{,}06^2} + \sqrt{10^2 + 0{,}02^2} + \sqrt{10^2 + 0{,}25^2} + \sqrt{10^2 + 0{,}28^2} + \sqrt{20^2 + 0{,}07^2} + \sqrt{69{,}40^2 + 0{,}31^2} + \sqrt{10^2 + 0{,}07^2} + 0{,}51 = 27{,}18 + 50 + 10 + 10{,}003 + 10{,}004 + 20 + 69{,}401 + 10 + 0{,}51 = 205{,}098\ \text{саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{130{,}082}{205{,}098} = 0{,}6342\ \text{саж.} = 1{,}3532\ mtr.$$

Примѣчаніе. Коэффиціентъ n для поймы принятъ 0,030, ибо гидравлическое сопротивленіе на поймахъ значительнѣе таковыхъ на руслѣ.

Средняя скорость по *Ganguillet et Kutter*'у получится:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} = \frac{23 + \frac{1}{0{,}03} + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}\right) \frac{0{,}030}{\sqrt{1{,}3532}}} = \frac{61{,}30}{1 + \frac{0{,}839}{\sqrt{1{,}3532}}} = 35{,}612.$$

$$v = 35{,}612\sqrt{1{,}3532 \times 0{,}000312} = 0{,}7317\ mtr. = 0{,}343\ \text{саж.}$$

$$Q_2 = 130{,}082 \times 0{,}343 = 44{,}618\ \text{куб. саж.}$$

в) Пойма праваго берега.

Площадь:

$$\Omega = {}^1/_2(0{,}46 + 0{,}87)40 + {}^1/_2(0{,}87 + 0{,}93)10 + {}^1/_2 \times 0{,}93 \times 33 = 26{,}60 + 9{,}00 + 15{,}345 = 50{,}945\ \text{кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = 0{,}46 + \sqrt{40^2 + 0{,}41^2} + \sqrt{10^2 + 0{,}06^2} + \sqrt{33^2 + 0{,}93^2} = 0{,}46 + 40{,}002 + 10 + 33{,}013 = 83{,}475\ \text{саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{50{,}945}{83{,}475} = 0{,}6103\ \text{саж.} = 1{,}3021\ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet et Kutter*'у получится:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{0{,}03} + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}\right) \times \frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}3021}}} = \frac{61{,}30}{1 + \frac{0{,}839}{\sqrt{1{,}3021}}} = 35{,}3243.$$

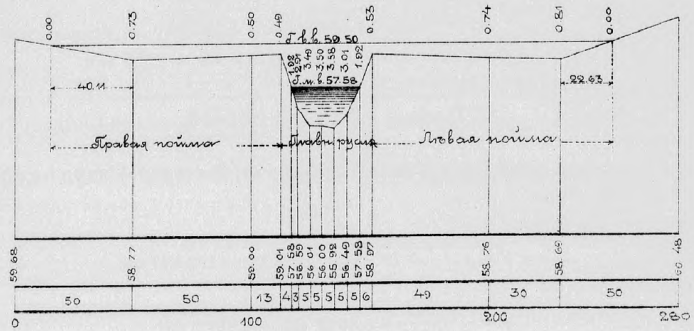
$$v = 35{,}3243\sqrt{1{,}3021 \times 0{,}000312} = 0{,}7120\ mtr. = 0{,}334\ \text{саж.}$$

Расходъ $Q_3 = 50{,}945 \times 0{,}334 = 17{,}016$ куб. саж.

Общій расходъ $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 78{,}319 + 44{,}618 + 17{,}016 = 139{,}953$ куб. саж.

Б) Живое сѣченіе № 3,

при отмѣткѣ горизонта самыхъ высокихъ водъ 59,50:



а) Главное русло.

Площадь:

$$\Omega = {}^1/_2(0{,}49 + 1{,}92)4 + {}^1/_2(1{,}92 + 2{,}91)3 + {}^1/_2(2{,}91 + 3{,}49)5 + {}^1/_2(3{,}49 + 3{,}50)5 + {}^1/_2(3{,}50 + 3{,}58)5 + {}^1/_2(3{,}58 + 3{,}01)5 + {}^1/_2(3{,}01 + 1{,}92)5 + {}^1/_2(1{,}92 + 0{,}53)6 = 4{,}82 + 7{,}245 + 16{,}00 + 17{,}475 + 17{,}70 + 16{,}475 + 12{,}325 + 7{,}50 = 99{,}54\ \text{кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = \sqrt{4^2 + 1{,}43^2} + \sqrt{3^2 + 0{,}99^2} + \sqrt{5^2 + 0{,}58^2} + 5{,}00 + \sqrt{5^2 + 0{,}08^2} + \sqrt{5^2 + 0{,}57^2} + \sqrt{5^2 + 1{,}09^2} + \sqrt{6^2 + 1{,}39^2} + 0{,}49 + 0{,}53 = 4{,}243 + 3{,}159 + 5{,}034 + 5 + 5{,}001 + 5{,}032 + 5{,}117 + 6{,}158 + 0{,}49 + 0{,}53 = 39{,}764\ \text{саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{99{,}54}{39{,}764} = 2{,}5033\ \text{саж.} = 5{,}3409\ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet et Kutter*'у получится:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{0{,}025} + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}\right) \times \frac{0{,}025}{\sqrt{5{,}3409}}} = \frac{67{,}97}{1 + \frac{0{,}699}{\sqrt{5{,}3409}}} = 52{,}1815.$$

$$v = 52{,}1815\sqrt{5{,}3409 \times 0{,}000312} = 2{,}1301\ mtr. = 0{,}998\ \text{саж.}$$

Расходъ:

$$Q_1 = 99{,}54 \times 0{,}998 = 99{,}341\ \text{куб. саж.}$$

б) Пойма лѣваго берега:

Площадь:

$\Omega = {}^1/_2(0{,}53+0{,}74)49 + {}^1/_2(0{,}74+0{,}81)30 + {}^1/_2 \times 0{,}81 \times 22{,}63 = 31{,}115 + 23{,}25 + 9{,}165 = 63{,}53$ кв. саж.

Подводный периметръ:

$p = \sqrt{49^2 + 0{,}21^2} + \sqrt{30^2 + 0{,}07^2} + \sqrt{22{,}63^2 + 0{,}81^2} + 0{,}53 = 49{,}00 + 30{,}00 + 22{,}644 + 0{,}53 = 102{,}174$ саж.

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{63{,}53}{102{,}174} = 0{,}6218 \text{ саж.} = 1{,}3266 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet et Kutter*'у получится:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{0{,}03} + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}\right)\frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}3266}}} = \frac{61{,}30}{1 + \frac{0{,}839}{\sqrt{1{,}3266}}} = 35{,}4659.$$

$$v = 35{,}4659\sqrt{1{,}3266 \times 0{,}000312} = 0{,}7215 \ mtr. = 0{,}338 \text{ саж.}$$

$$Q_2 = 63{,}53 \times 0{,}338 = 21{,}473 \text{ куб. саж.}$$

в) Пойма праваго берега.

Площадь:

$\Omega = {}^1/_2 \times 0{,}73 \times 40{,}11 + {}^1/_2(0{,}73+0{,}50)50 + {}^1/_2(0{,}50+0{,}49)13 = 14{,}640 + 30{,}75 + 6{,}435 = 51{,}825$ кв. саж.

Подводный периметръ:

$$p = \sqrt{40{,}11^2 + 0{,}73^2} + 50 + 13 + 0{,}49 = 103{,}607 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{51{,}825}{103{,}607} = 0{,}5002 \text{ саж.} = 1{,}0672 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet et Kutter*'у получится:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{0{,}03} + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}\right) \times \frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}0672}}} = \frac{61{,}30.}{1 + \frac{0{,}839}{\sqrt{1{,}0672}}} = 33{,}827.$$

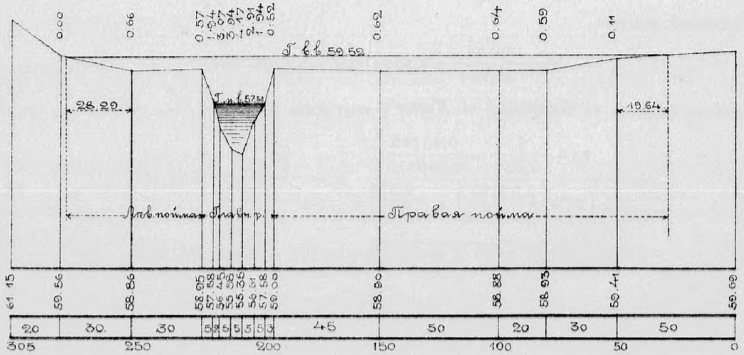
$$v = 33{,}827\sqrt{1{,}0672 \times 0{,}000312} = 0{,}6173 \ mtr. = 0{,}289 \text{ саж.}$$

$$Q_3 = 51{,}825 \times 0{,}289 = 14{,}977 \text{ куб. саж.}$$

Общій расходъ $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 99{,}341 + 22{,}473 + 14{,}977 = 135{,}791$ куб. саж.

В) Живое сѣченіе № 2,

при отмѣткѣ горизонта самыхъ высокихъ водъ 59,52:



а) Главное русло.

Площадь:

$\Omega = {}^1/_2(0{,}57+1{,}94)5 + {}^1/_2(1{,}94+3{,}07)2 + {}^1/_2(3{,}07+3{,}94)5 + {}^1/_2(3{,}94+4{,}17)5 + {}^1/_2(4{,}17+2{,}91)5 + {}^1/_2(2{,}91+1{,}94)5 + {}^1/_2(1{,}94+0{,}52)3 = 6{,}275 + 5{,}01 + 17{,}525 + 20{,}275 + 17{,}70 + 12{,}125 + 3{,}69 = 82{,}60$ кв. саж.

Подводный периметръ:

$p = 0{,}57 + \sqrt{5^2 + 1{,}37^2} + \sqrt{2^2 + 1{,}13^2} + \sqrt{5^2 + 0{,}87^2} + \sqrt{5^2 + 0{,}23^2} + \sqrt{5^2 + 1{,}26^2} + \sqrt{5^2 + 0{,}97^2} + \sqrt{3^2 + 1{,}42^2} + 0{,}52 = 0{,}57 + 5{,}184 + 2{,}297 + 5{,}075 + 5{,}005 + 5{,}156 + 5{,}093 + 3{,}319 + 0{,}52 = 32{,}219$ саж.

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{82{,}60}{32{,}219} = 2{,}5637 \text{ саж.} = 5{,}4698 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet et Kutter*'у получится:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{0{,}025} + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}\right) \times \frac{0{,}025}{\sqrt{5{,}4698}}} = \frac{67{,}97}{1 + \frac{0{,}699}{\sqrt{5.4698}}} = 52{,}3249.$$

$$v = 52{,}3249\sqrt{5{,}4698 \times 0{,}000312} = 2{,}1616 \ mtr. = 1{,}013 \text{ саж.}$$

Расходъ $Q_1 = 82{,}60 \times 1{,}013 = 83{,}674$ куб. саж.

б) Пойма лѣваго берега.

Площадь:

$$\Omega = {}^1/_2(0{,}66 \times 28{,}29) + {}^1/_2(0{,}66+0{,}57) \times 30 = 9{,}336 + 18{,}45 = 27{,}786 \text{ саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p = \sqrt{0{,}66^2 + 28{,}29^2} + 30 + 0{,}57 = 28{,}298 + 30 + 0{,}57 = 58{,}868 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{27{,}786}{58{,}868} = 0{,}4720 \text{ саж.} = 1{,}0075 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet et Kutter*'у получится:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{0.03} + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{0{,}000312}\right) \times \frac{0{,}03}{\sqrt{1{,}0075}}} = \frac{61{,}30}{1 + \frac{0{,}839}{\sqrt{1{,}0075}}} = 33{,}3901.$$

$$v = 33{,}3901\sqrt{1{,}0075 \times 0{,}000312} = 0{,}5920 \ mtr. = 0{,}277 \text{ саж.}$$

Расходъ $Q_2 = 27{,}786 \times 0{,}277 = 7{,}697$ куб. саж.

в) Пойма праваго берега.

Площадь:

$\Omega = {}^1/_2 \times (0{,}52+0{,}62) \times 45 + {}^1/_2(0{,}62+0{,}64) \times 50 + {}^1/_2(0{,}64+0{,}59) \times 20 + {}^1/_2(0{,}59+0{,}11) \times 30 + {}^1/_2 \times 0{,}11 \times 19{,}64 = 25{,}65 + 31{,}50 + 12{,}30 + 10{,}50 + 1{,}08 = 81{,}03$ кв. саж.

Подводный периметръ:

$p = 0{,}52 + 45 + 50 + 20 + \sqrt{30^2 + 0{,}48^2} + \sqrt{0{,}11^2 + 19{,}64^2} = 0{,}52 + 45 + 50 + 20 + 30{,}004 + 19{,}64 = 165{,}164$ саж.

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{81{,}03}{165{,}164} = 0{,}4906 \text{ саж.} = 1{,}0467 \ mtr.$$

Средняя скорость по *Ganguillet et Kutter*'у получится:

$$c=\frac{23+\frac{1}{0,03}+\frac{0,00155}{0,000312}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,000312}\right)\times\frac{0,03}{\sqrt{1,0467}}}=\frac{61,30}{1+\frac{0,839}{\sqrt{1,0467}}}=33,680.$$

$$v=33,680\sqrt{1,0467\times 0,000312}=0,6086\ mtr.=0,285\ \text{саж.}$$

Расходъ $Q_3=81,03\times 0,285=23,094$ куб. саж.

Общій расходъ:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=83,674+7,697+23,094=114,465\ \text{куб. саж.}$$

Сводъ полученныхъ итоговъ.

Части живого сѣченія.	Профиль №. 4.			Профиль №. 3.			Профиль №. 2.		
	Ср. скор. v_I	Площадь Ω_I	Расходъ Q_I	Ср. скор. v_{II}	Площадь Ω_{II}	Расходъ Q_{II}	Ср. скор. v_{III}	Площадь Ω_{III}	Расходъ Q_{III}
Главное русло. .	0,985	79,512	78,319	0,998	99,54	99,341	1,013	82,60	83,674
Пойма лѣваго берега.	0,343	130,082	44,618	0,338	63,53	21,473	0,277	27,786	7,697
Пойма праваго берега.	0,334	50,945	17,016	0,289	51,825	14,977	0,285	81,03	23,094
Всего . .		260,539	139,953		214,895	135,791		191,416	114,465

Средній расходъ:

Въ виду близости расходовъ, полученныхъ при двухъ первыхъ сѣченіяхъ, принимаемъ:

$$Q=\frac{139,953+135,791}{2}=137,872\backsim 138,00\ \text{куб. саж.}$$

Средняя скорость теченія въ руслѣ по тремъ живымъ сѣченіямъ:

$$v_0={}^1/_3(0,985+0,998+1,013)=0,999\ \text{саж.}\backsim 1\ \text{саж.}=7\ \text{футъ.}$$

Принимая наибольшую скорость по дну при нормальныхъ условіяхъ равной $Wmax=v_0=$ $=1$ саж.$=7$ футъ и предполагая, что размывъ дна не допускается, получимъ величину живого сѣченія въ сооруженіи:

$$\Omega_0=\frac{Q}{\mu v_0}=\frac{138,00}{0,95\times 1,00}=145,263\ \text{кв. саж.}$$

Для сравненія опредѣлимъ размѣры отверстія по нормамъ, указаннымъ въ циркулярѣ Министерства Путей Сообщенія отъ 11 Ноября 1877 г. за № 11230.

Бассейнъ р. Осетра выше пересѣченія его линіей по десяти-верстной картѣ:

$P=1765$ кв. верстъ; соотвѣтствующій коэффиціентъ $k=0,04$. Отсюда площадь живого сѣченія весеннихъ водъ въ сооруженіи:

$$\Omega'=1765\times 0,04=70,60\ \text{кв. саж.},$$

что составляетъ всего 48,6% рабочей площади, имѣющейся для пропуска воды, при самомъ высокомъ горизонтѣ, полученной расчетомъ на основаніи указанныхъ горизонтовъ и живыхъ сѣченій рѣки.

Такая разница прямо указываетъ, что принятые горизонты чисто случайные; причина такого значительнаго поднятія горизонта воды можетъ быть послѣдствіемъ или 1-е) случайнаго подпора у плотины нижеслѣдующей мельницы (въ Серебряныхъ Прудахъ), или 2-е) прорыва плотины вышележащей мельницы (въ Толстыхъ), или же 3-е) что наиболѣе вѣроятно и согласно съ описаніемъ мѣстныхъ жителей, вслѣдствіе крайней извилистости кореннаго русла рѣки движеніе льда крайне затруднено, происходятъ зажоры, которыя и вызываютъ искусственно подъемъ горизонта воды.

Какъ бы то ни было, изъ всего вышесказаннаго обнаруживается, что опредѣленный по живымъ сѣченіямъ расходъ, чисто случайный и ни въ какомъ случаѣ продолжительнымъ быть не можетъ, а это обстоятельство даетъ намъ право допустить значительный подмывъ у сооруженія, тѣмъ болѣе, что буреніемъ обнаруженъ ниже дна каменный пластъ, который не допуститъ излишняго распространенія размыва.

Принимая 1) среднюю отмѣтку каменнаго пласта 55,15;

(Средняя отмѣтка каменнаго пласта будетъ въ отверстіи сооруженія:

$$\delta=\frac{1}{40}\times(55,9548+55,97)\times\frac{3,85}{2}+(55,97+54,79)\times\frac{12,75}{2}+(54,79+54,96)\times\frac{11,08}{2}+$$
$$+(54,96+54,82)\times\frac{4,87}{2}+(54,82+55,00)\times\frac{5,00}{2}+(55,00+55,1157)\times\frac{4,05}{2}=$$
$$=55,154\backsim 55,15).$$

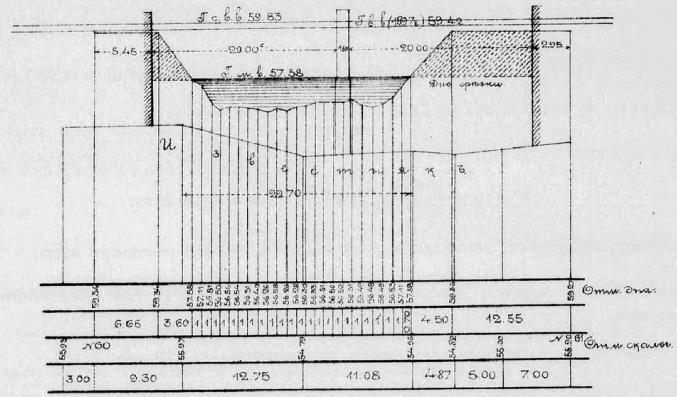
и 2) отмѣтку горизонта самыхъ высокихъ водъ у сооруженія — 59,83, —

среднюю глубину протекающаго слоя получимъ въ $=59,83-55,15=4,68$ саж.

3) Принимая тоже для каменнаго грунта скорость по дну 7 футовъ, получаемъ необходимую величину отверстія:

$$l=\frac{138,00}{4,68\times 1,00\times 0,95}=31,039\ \text{саж.}$$

Принимая же расположеніе береговыхъ опоръ и обдѣлку русла согласно эскизу:



Площадь живого сѣченія Ω (по эскизу), предполагая, что берега между опорами срѣзаны вровень съ горизонтомъ меженнихъ водъ, найдемъ по формулѣ:

$$\Omega={}^1/_2\times(3,60+1,20)\times 2,25+{}^1/_2(2,25+2,72)\times 1+\frac{1}{2}(2,72+3,02)\times 1+\frac{1}{2}(3,02+3,33)\times 1+$$
$$+\frac{1}{2}(3,33+3,27)\times 1+\frac{1}{2}(3,27+3,29)\times 1+\frac{1}{2}(3,29+3,32)\times 1+\frac{1}{2}(3,32+3,43)\times 1+$$
$$+\frac{1}{2}(3,43+3,57)\times 1+\frac{1}{2}(3,57+3,55)\times 1+\frac{1}{2}(3,55+3,57)\times 1+\frac{1}{2}(3,57+3,55)\times 1+$$
$$+\frac{1}{2}(3,55+3,53)\times 1+\frac{1}{2}(3,53+3,50)\times 1+\frac{1}{2}(3,50+3,32)\times 1+\frac{1}{2}(3,32+3,33)\times 1+$$
$$+3,33\times 0,20+3,32\times 0,20+\frac{1}{2}(3,32+3,34)\times 1+\frac{1}{2}(3,34+3,35)\times 1+\frac{1}{2}(3,35+3,34)\times$$
$$\times 1+\frac{1}{2}(3,34+3,00)\times 1+\frac{1}{2}(3,00+2,72)\times 1+\frac{1}{2}(2,72+2,25)\times 0,70+2,25\times(4,50+$$
$$+12,55-2,95)=5,400+2,485+2,870+3,175+3,300+3,280+3,305+3,375+3,500+$$
$$+3,560+3,560+3,560+3,540+3,515+3,410+3,325+0,666+0,664+3,330+3,345+$$
$$+3,345+3,170+2,860+1,740+31,725=106,005\ \text{кв. саж.};$$

такъ что до размыва средняя скорость будетъ:

$$v=\frac{138,00}{0,95\times106,005}=1,370 \text{ саж.}$$

Средняя глубина до размыва по формулѣ:

$$h=\frac{106,005}{40}=2,65 \text{ саж. (на отмѣткѣ 57,18).}$$

Средняя глубина послѣ размыва, принимая, что размывъ прекратится, когда установится средняя скорость $v_0'=1,00$ саж.$=7$ футъ, имѣвшая мѣсто въ главномъ руслѣ до постройки моста:

$$h'=\frac{138,00}{0,95\times1,00\times40}=3,63 \text{ саж. (на отмѣткѣ 56,20).}$$

Наибольшая глубина послѣ размыва по формулѣ:

$$h_{max}=3,57\times\frac{3,63}{2,65}=4,89 \text{ саж. (на отмѣткѣ 54,94),}$$

т. е. ниже средней отмѣтки залеганія каменнаго пласта (55,15).

Въ случаѣ если размывъ русла рѣки между устоями достигнетъ скалистаго слоя, то площадь живого сѣченія будетъ:

$$\Omega''=\frac{1}{2}(3,87+3,86)3,85+\frac{1}{2}(3,86+5,04)12,75+\frac{1}{2}(5,04+4,99)\times3,40+\frac{1}{2}(4,96+4,87)\times$$
$$\times6,08+\frac{1}{2}(4,87+5,01)4,87+\frac{1}{2}(5,01+4,83)5+\frac{1}{2}(4,83+4,71)4,05=14,880+56,738+$$
$$+17,051+29,883+24,058+24,600+19,319=186,529 \text{ кв. саж.}$$

и средняя скорость:

$$v''=\frac{138,00}{0,95\times186,529}=0,779 \text{ саж.}=5,45 \text{ футъ,}$$

меньше нормальной скорости весеннихъ водъ въ главномъ руслѣ до постройки моста.

Такимъ образомъ величину отверстія моста въ два пролета по 20 саж. можно считать вполнѣ достаточной.

Въ первое время до размыва дна скорость въ сооруженіи $=1,370$ саж.

Отсюда подпоръ у моста:

$$h_1=\frac{(1,370)^2-(1,000)^2}{9,20}=0,095 \text{ саж.}$$

Отмѣтка подпертаго горизонта воды $59,83+0,10=59,93$.

Наивысшая отмѣтка полотна 61,03.

Разность между отмѣтками полотна и подпертаго горизонта воды:

$$61,03-59,93=1,10 \text{ саж.}$$

Повѣрка устойчивости устоя.

Устой состоитъ изъ двухъ частей: передней, основанной на камнѣ, и задней, заложенной на глинѣ на отмѣткѣ 56,90.

Между обѣими частями оставлена щель въ 0,005 саж.

Высота временной нагрузки, приведенной къ матеріалу насыпи (см. черт. 1):

$$h=\frac{4\times916}{\left\{4,45tg\left(45^0-\frac{35^0}{2}\right)+0,10\right\}\times\frac{2.20+2,40}{2}\times1000}=\frac{3664}{2,42\times2,30\times1000}=\frac{3664}{5566}=0,66.$$

Принимаемъ уголъ естественнаго откоса для глины $\varphi=35^0$.

Напоръ насыпи равенъ:

$$Q=\frac{2,20\gamma}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H(H+2h)=1000tg^2\left(45^0-\frac{35^0}{2}\right)\times4,45\times(4,45+2\times0,66)=1100\times$$
$$\times4,45\times5,77\times0,270993=7654 \text{ пудамъ.}$$

Плечо напора Q относительно передняго ребра основанія AA' равно:

$$q=\frac{H}{3}\times\frac{H+3h}{H+2h}=\frac{4,45(4,45+3\times0,66)}{3(4,45+2\times0,66)}=1,653 \text{ саж.}$$

Моментъ напора Qq относительно ребра AA' равенъ:

$$Qq=7654\times1,653=12652 \text{ пудо-саж.}$$

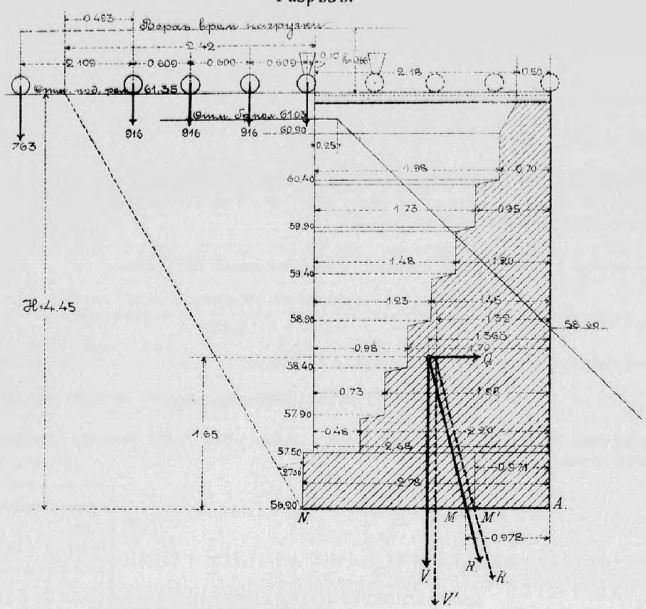
Вертикальныя силы, дѣйствующія на заднюю часть устоя и ихъ моменты относительно передняго ребра основанія AA'.

	Вѣсъ въ пудахъ.	Плечо въ саж.	Моментъ въ пудо-саж.
1) Задняя часть устоя безъ вычета пустотъ между отм. 61,35 и 57,30:			
$1300\times3,85\times2,20\times2,68=1300\times22,70=$	29510	1,34	39543
2) Фундаментъ:			
$1300\times2,78\times0,60\times2,40=1300\times4,003=$	5204	1,39	7234
3) Земля, давящая на задній обрѣзъ фундамента:			
$1000\times2,40\times0,10\times3,85=$	924	2,73	2523
4) Задняя часть конуса (по длинѣ 0,25), давящая на боковые обрѣзы фундамента:			
$1000\times0,25\times0,20\times3,53=$	176	2,555	450
5) Передняя часть конуса, давящая на боковые обрѣзы фундамента:			
$1000\times\frac{3,53+1,10}{2}\times2,43\times0,20$. Плечо ея $=\frac{2,43}{3}\times\frac{2\times3,53+1,10}{3,53+1,10}=$	1125	1,428	1607
Итого. . .	36939	1,39	51357

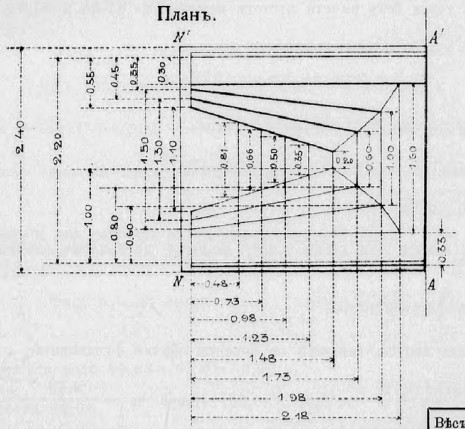
Къ вычету объемъ заднихъ пустотъ, умноженный на разность удѣльныхъ вѣсовъ каменной кладки и земли, т. е. на $1300-1000=300$ пуд.

Черт. 1.

Разрѣзъ.



Планъ.



	Вѣсъ въ пудахъ.	Плечо въ саж.	Моментъ въ пудо-саж.
1) Пустота въ кладкѣ между отмѣтками 61,35 и 61,23: $300\times2{,}68\times1{,}60\times0{,}12=$	154	1,34	206
2) Пустота въ кладкѣ между отмѣтками 61,23 и 60,90: $300\left(1{,}60\times2{,}18+\frac{1{,}00+1{,}50}{2}\times1{,}98\right)\times\frac{0{,}33}{2}=\frac{300\times5{,}963\times0{,}33}{2}=$ $=2{,}95$. Плечо ея= $=\frac{1{,}60\times2{,}18\times1{,}59+\frac{1{,}00+1{,}50}{2}\times1{,}98\times\left(2{,}68-\frac{1{,}98}{3}\times\frac{2\times1{,}00+1{,}50}{1{,}00+1{,}50}\right)}{1{,}60\times2{,}18+\frac{1{,}00+1{,}50}{2}\times1{,}98}=$	295	1,66	490

	Вѣсъ въ пудахъ.	Плечо въ саж.	Моментъ въ пудо-саж.
3) Пустота въ кладкѣ между отмѣтками 60,90 и 60,40: $300\times\frac{1{,}98}{2}\times(1{,}00+1{,}50)\times0{,}50$. Плечо ея $=2{,}68-\frac{1{,}98}{3}\times$ $\times\frac{2\times1{,}00+1{,}50}{1{,}00+1{,}50}=$	371	1,756	652
4) Пустота въ кладкѣ между отмѣтками 60,40 и 59,90: $300\times\frac{1{,}73}{2}\times(0{,}60+1{,}30)\times0{,}50$. Плечо ея $=2{,}68-\frac{1{,}73}{3}\times$ $\times\frac{2\times0{,}60+1{,}30}{0{,}60\times1{,}30}=$	247	1,921	474
5) Пустота въ кладкѣ между отмѣтками 59,90 и 59,40: $300\times\frac{1{,}48}{2}\times(0{,}20+1{,}10)\times0{,}50$. Плечо ея $=2{,}68-\frac{1{,}48}{3}\times$ $\times\frac{2\times0{,}20+1{,}10}{0{,}20+1{,}10}=$	144	2,111	305
6) Пустота въ кладкѣ между отмѣтками 59,40 и 58,90: $300\times\frac{1{,}23}{2}\times(0{,}35+1{,}10)\times0{,}50$. Плечо ея $=2{,}68-\frac{1{,}23}{3}\times$ $\times\frac{2\times0{,}35+1{,}10}{0{,}35+1{,}10}=$	134	2,171	291
7) Пустота въ кладкѣ между отмѣтками 58,90 и 58,40: $300\times\frac{0{,}98}{2}\times(0{,}50+1{,}10)\times0{,}50$. Плечо ея $=2{,}68-\frac{0{,}98}{3}\times$ $\times\frac{2\times0{,}50+1{,}10}{0{,}50+1{,}10}=$	118	2,251	265
8) Пустота въ кладкѣ между отмѣтками 58,40 и 57,90: $300\times\frac{0{,}73}{2}\times(0{,}66+1{,}10)\times0{,}50$. Плечо ея $=2{,}68-\frac{0{,}73}{3}\times$ $\times\frac{2\times0{,}66+1{,}10}{0{,}66+1{,}10}$	96	2,345	225
9) Пустота въ кладкѣ между отмѣтками 57,90 и 57,50: $300\times\frac{0{,}48}{2}\times(0{,}81+1{,}10)\times0{,}40$. Плечо ея $=2{,}68-\frac{0{,}48}{3}\times$ $\times\frac{2\times0{,}81+1{,}10}{0{,}81+1{,}10}=$	55	2,452	135
10) Вѣсъ вытѣсненной воды фундаментомъ, кладкою устоя и земляною засыпкою до горизонта 57,58: $600\times2{,}78\times2{,}40\times(0{,}60+0{,}08)=600\times4{,}537=$	2722	1,39	3784
Итого. . .	4336	—	6827
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на заднюю часть устоя $V=$	32603	—	
Моментъ равнодѣйствующей около ребра AA' равенъ $Vv=$. . . .	—	—	44530
Плечо равнодѣйствующей V относительно ребра AA' равно $v=$ . .	—	1,366	

Равнодѣйствующая R вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія въ точкѣ M', отстоящей отъ ребра AA' въ разстояніи:

$$\beta = v - \frac{Qq}{V} = 1{,}366 - \frac{12652}{32603} = 1{,}366 - 0{,}388 = 0{,}978 \text{ саж.} > \frac{2{,}78}{3} = 0{,}927.$$

Отсюда видно, что равнодѣйствующая R не выходитъ изъ средней трети основанія.

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра AA' равенъ:

$$m = \frac{Vv}{Qq} = \frac{44530}{12652} = 3{,}519.$$

Коэффиціентъ на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_1 = \frac{fV}{Q} = \frac{0{,}577 + 32603}{7654} = 2{,}458.$$

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma = \frac{32603}{84^2 \times 2{,}78 \times 2{,}40} = \frac{32603}{47078} = 0{,}693 \text{ пуд. на кв. дм.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра AA':

$$max\sigma = \sigma\left(1 + \frac{6(1{,}39 - \beta)}{2{,}78}\right) = 0{,}693\left(1 + \frac{6 \times 0{,}42}{2{,}78}\right) = 0{,}693 \times (1 + 0{,}889) = 1{,}309 \text{ пуд.}$$

Наименьшее давленіе на грунтъ около ребра NN' равно:

$$min\sigma = 0{,}693 \times 0{,}111 = 0{,}077 \text{ пуд. на кв. дюйм.}$$

Разсмотримъ условія устойчивости той же части устоя въ предположеніи, что на устоѣ находится паровозъ и крайнее колесо приходится противъ ребра AA'.

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ:

$$V' = V + 4 \times 916 = 32603 + 3664 = 36267 \text{ пуд.}$$

Моментъ силы V' относительно ребра AA' равенъ:

$$V'v' = Vv + 4 \times 916 \times \frac{3 \times 0{,}609}{2} = 44530 + 3347 = 47877 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо $v' = \frac{V'v'}{V'} = \frac{47877}{36267} = 1{,}320$ саж.

Равнодѣйствующая R' горизонтальныхъ Q и вертикальныхъ V' силъ пересѣкаетъ подошву основанія въ точкѣ M', отстоящей отъ ребра AA' въ разстояніи:

$$\beta' = v' - \frac{Qq}{V'} = 1{,}320 - \frac{12652}{36267} = 1{,}320 - 0{,}349 = 0{,}971 \text{ саж.} > \frac{2{,}78}{3} = 0{,}927 \text{ саж.},$$

т. е. не выходитъ изъ средней трети основанія.

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра AA':

$$m' = \frac{V'v'}{Qq} = \frac{47877}{12652} = 3{,}784.$$

Коэффиціентъ на скольженіе въ плоскости основанія:

$$m_1' = \frac{fV'}{Q} = \frac{0{,}577 \times 36267}{7654} = \frac{20926}{7654} = 2{,}734.$$

Среднее давленіе на грунтъ $\sigma' = \frac{36267}{47078} = 0{,}770$ пуд. на кв. дюйм.

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра AA' равно:

$$max\sigma' = 0{,}77\left(1 + \frac{6(1{,}39 - 0{,}971)}{2{,}78}\right) = 0{,}77\left(1 + \frac{6 \times 0{,}419}{2{,}78}\right) = 0{,}77 \times 1{,}904 = 1{,}466 \text{ пуд. на кв. дм.}$$

Наименьшее давленіе около ребра NN' равно:

$$min\sigma' = 0{,}77 \times 0{,}096 = 0{,}074 \text{ пуд. на кв. дюйм.}$$

Перейдемъ къ опредѣленію условій устойчивости передней части Московскаго устоя, какъ менѣе устойчиваго чѣмъ Павелецкій устой, спроектированный въ томъ же родѣ, какъ и Московскій.

Напоръ земли Q на заднюю поверхность передней части устоя состоитъ изъ напора Q_1 призмы обрушенія ACD, нагруженный заднею частью устоя и изъ напоровъ Q_2 и Q_3 конусовъ.

При дальнѣйшихъ вычисленіяхъ будемъ принимать: вѣсъ кладки ниже меженняго горизонта воды въ 700 пуд., вѣсъ земли, находящейся въ водѣ, $\gamma_1 = 400$ пуд.,—вѣсъ земли, несмачиваемой водою при меженнемъ горизонтѣ, $\gamma = 1000$ пуд.,—вѣсъ земляныхъ призмъ, часть которыхъ находится въ водѣ, а часть выше воды, $\gamma_2 = 700$ пуд.,—высота земляного столба, смоченнаго водою, замѣняющаго давленіе на грунтъ задней части устоя, вычисленная для запаса по наибольшему изъ двухъ среднихъ давленій: $h = \frac{0{,}77 \times 84^2}{400} = 13{,}58$ саж.

$$\text{Напоръ } Q_1 = \frac{2{,}40\gamma_1}{2} tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right) H(H + 2h) = \frac{2{,}40 \times 400}{2} tg^2(27^0 30') \times 1{,}75\,(1{,}75 + 2 \times 13{,}58).$$

$$Q_1 = 480 \times 0{,}270993 \times 1{,}75 \times 28{,}91 = 6581 \text{ пуд.}$$

Плечо напора Q_1 относительно ребра BB' равно:

$$q_1 = \frac{H}{3} \times \frac{H + 3h}{H + 2h} + 0{,}10 = \frac{1{,}75}{3} \times \frac{1{,}75 + 3 \times 13{,}58}{1{,}75 + 2 \times 13{,}58} + 0{,}10 = 0{,}957 \text{ саж.}$$

Моментъ напора Q_1 относительно ребра BB' равенъ:

$$Q_1 q_1 = 6581 \times 0{,}957 = 6298 \text{ пудо-саж.}$$

Напоръ:

$$Q_2 = \frac{b\gamma_2{}^{*)}}{2} tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)(H_1^2 - H_2^2) = \frac{(4{,}056 - 2{,}277) \times 700 \times 0{,}270993 \times (5{,}68^2 - 2{,}38^2)}{2} =$$

$$= \frac{1{,}779 \times 700 \times 0{,}270993 \times 26{,}598}{2} = 4488 \text{ пуд.}$$

Плечо напора Q_2 относительно ребра BB' равно:

$$q_2 = 0{,}10 + H_1 - \frac{2(H_1^3 - H_2^3)}{3(H_1^2 + H_2^2)} = 5{,}78 - \frac{2(5{,}68^3 - 2{,}38^3)}{3(5{,}68^2 - 2{,}38^2)} = 1{,}525.$$

Моментъ напора Q_2 относительно ребра BB' равенъ:

$$Q_2 q_2 = 4488 \times 1{,}525 = 6844 \text{ пудо-саж.}$$

Напоръ частей конуса, лежащихъ на боковыхъ обрѣзахъ фундамента задней части устоя, равенъ:

$$Q_3 = \frac{b\gamma}{2} tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)(H_3^2 - H_4^2) = \frac{0{,}20 \times 1000 \times 0{,}270993(2{,}09^2 - 1{,}14^2)}{2} = 83 \text{ пуд.}$$

Плечо напора Q_3 относительно ребра BB' равно:

$$q_3 = 1{,}85 + H_3 - \frac{2(H_3^3 - H_4^3)}{3(H_3^2 - H_4^2)} = 3{,}94 - \frac{2(2{,}09^3 - 1{,}14^3)}{3(2{,}09^2 - 1{,}14^2)} = 2{,}278.$$

Моментъ Q_3 относительно ребра BB_1 равенъ:

$$Q_3 q_3 = 83 \times 2{,}278 = 1{,}89 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на вертикальную поверхность устоя AD, равна:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 6581 + 4488 + 83 = 11152 \text{ пуд.}$$

Моментъ равнодѣйствующей Q относительно ребра BB' равенъ:

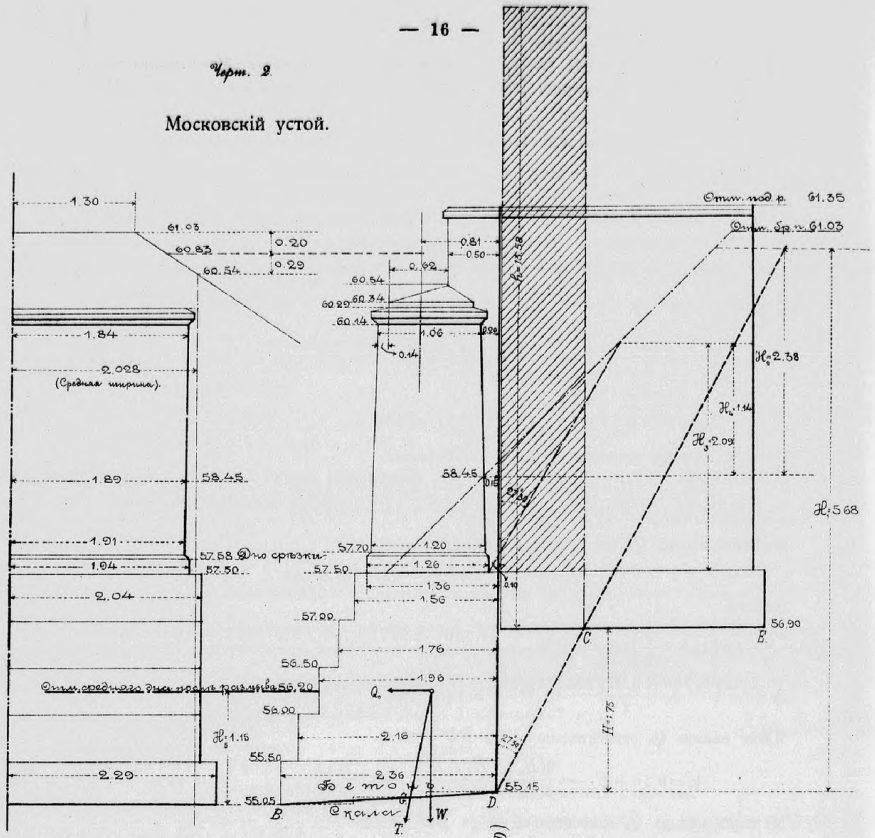
$$Qq = Q_1 q_1 + Q_2 q_2 + Q_3 q_3 = 6298 + 6844 + 189 = 13331 \text{ пудо-саж.}$$

---

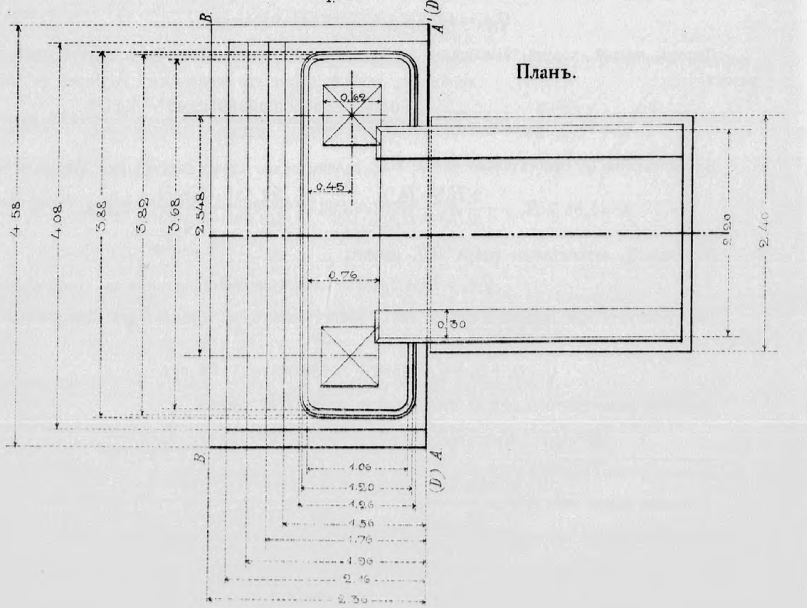
*) Средняя ширина устоя $b_1 = \frac{4{,}58 \times 0{,}35 + 4{,}08 \times 2{,}00 + 3{,}88 \times 0{,}20 + \frac{3{,}82 + 3{,}78}{2} \times 0{,}75}{3{,}30} = 4{,}056$ саж., средняя же ширина задней подпорной стѣнки $b_2 = \frac{2{,}40 \times 0{,}60 + 2{,}20 \times 0{,}95}{1{,}55} = 2{,}277$ саж., слѣдовательно $b = 4{,}056 - 2{,}277 = 1{,}779$ сажень.

Черт. 2

Московскій устой.



Планъ.



Горизонтальной силѣ противодѣйствуетъ со стороны рѣки напоръ слоя земли ниже дна размыва (на отмѣткѣ горизонта 56,20), величина котораго опредѣлится по формулѣ:

$$Q_4=\frac{4{,}08\times 400}{2}\,tg^2(27^\circ 30')H_5^2=816\times 0{,}270993\times 1{,}15^2=292 \text{ пуд.}$$

Моментъ Q_4 относительно ребра BB' равенъ:

$$Q_4q_4=292\times\frac{1{,}15}{3}=112 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на переднюю часть устоя:

$$Q_0=Q-Q_4=11152-292=10860 \text{ пуд.}$$

Моментъ равнодѣйствующей Q_0 относительно ребра BB' равенъ:

$$Q_0q_0=Qq-Q_4q_4=13331-112=13219 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей Q_0 относительно ребра BB' равно:

$$q_0=\frac{Q_0q_0}{Q_0}=\frac{13219}{10860}=1{,}217 \text{ саж.}$$

	Вѣсъ въ пудахъ.	Плечо въ саж.	Моментъ въ пудо-саж.
Вертикальныя силы, дѣйствующія на переднюю часть устоя и ихъ моменты относительно ребра BB':			
1) Фундаментъ между отмѣтками 55,05 и 55,50: $(1300-600)\times 4{,}08$ *) $\times\frac{2{,}36}{2}\times(0{,}45+0{,}35)$. Плечо $\frac{2{,}36}{3}\times\frac{2\times 0{,}35+0{,}45}{0{,}35+0{,}45}$	2696	1,131	3049
2) Фундаментъ между отмѣтками 55,50 и 56,00: $700\times 4{,}08\times 2{,}16\times 0{,}50$	3084	1,28	3948
3) Фундаментъ между отмѣтками 56,00 и 56,50: $700\times 4{,}08\times 1{,}96\times 0{,}50$	2799	1,38	3863
4) Фундаментъ между отмѣтками 56,50 и 57,00: $700\times 4{,}08\times 1{,}76\times 0{,}50$	2513	1,48	3719
5) Фундаментъ между отмѣтками 57,00 и 57,50: $700\times 4{,}08\times 1{,}56\times 0{,}50$	2228	1,58	3520
6) Средняя часть по ширинѣ 2,20 саж. между отм. 57,50 и 61,35: вѣсъ $=1300\times 2{,}20\times\left(\frac{1{,}36+1{,}26}{2}\times 2{,}84+0{,}50\times 1{,}01\right)-600\times 2{,}20\times 1{,}36\times 0{,}08$ = моментъ $=1300\times 2{,}20\times[1{,}31\times 2{,}84\times 1{,}68+0{,}50\times 1{,}01\times(2{,}36-0{,}25)]-600\times 2{,}20\times 1{,}36\times 0{,}08\times 1{,}68=$	11941	1,732	20682

*) Боковые обрѣзы бетоннаго слоя не вошли въ подсчетъ.

	Вѣсъ въ пудахъ.	Плечо въ саж.	Моментъ въ пудо-саж.
7) Крайнія части устоя между отм. 57,50 и 60,34: $1300\times\frac{1,26+1,06}{2}\times\left(\frac{3,88+3,68}{2}-2,20\right)\times 2,84-600\times$ $\times 1,26\times(3,88-2,20)\times 0,08=$	6665	1,63	10864
8) Земля на заднемъ обрѣзѣ фундамента: $1000\times\left(0,95\times\frac{0,15+0,10}{2}+\frac{0,15^2}{2}\right)\times(4,08-2,20)-600\times 0,08\times$ $\times 0,10\times(4,08-2,20)=$	235	2,30	541
9) Земля на боковыхъ обрѣзахъ фундамента: $1000\times 0,20\times\frac{0,95^2}{2}-600\times 0,20\times 0,08\times\left(\frac{0,95+0,87}{2}\right)$	82	1,943	159
10) Земля на переднихъ обрѣзахъ между отм. 55,50 и 56,20: $400\times 4,08\times(0,20\times 0,50+0,40\times 0,20)$; моментъ $400\times 4,08$ $(0,20\times 0,50\times 0,10+0,40\times 0,20\times 0,20)$	294	0,144	42
11) Давленіе на устой отъ постоянной нагрузки желѣзнымъ пролетомъ $\frac{146\text{ фут.}\times 54\text{ пуд.}}{2}$	3942	1,55	6110
12) Треніе плоскости AD о землю: $fQ=0,577\times 11152$	6435	2,36	15187
Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $W=$ . . .	42914	1,670	71684

Равнодѣйствующая T вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія въ точкѣ, отстоящей отъ ребра BB' въ разстояніи:

$$\beta=w-\frac{Q_0q_0}{w}=1,670-\frac{13219}{42914}=1,670-0,308=1,362 \text{ саж.}$$

Равнодѣйствующая T не выходитъ изъ средней трети основанія, ибо $2,36-\beta=2,36-1,362=$ $=0,998>\frac{2,36}{3}=0,787$; и $\beta=1,362>\frac{2,36}{3}=0,787$ саж.

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра BB' равенъ:

$$m=\frac{Ww}{Q_0q_0}=\frac{71684}{13219}=5,423.$$

Коэффиціентъ на скольженіе въ плоскости основанія равенъ:

$$m_1=\frac{f_1w}{Q_0}=\frac{0,74\times 42914}{10860}=\frac{31756}{10860}=2,92,$$

гдѣ: $f_1=0,74$ — коэффиціентъ тренія каменной кладки по скалистому основанію подъ водою (см. *Hütte* том. 1, стр. 129).

Среднее давленіе на грунтъ равно:

$$\sigma=\frac{W}{84^2\times 4,08\times 2,36}=\frac{42914}{67941}=0,632 \text{ пуд. на кв. дм.}$$

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра DD' равно:

$$max\sigma=\sigma\left(1+\frac{6(1,18-\beta)}{2,36}\right)=0,632\left(1+\frac{6\times 0,182}{2,36}\right)=0,632(1+0,463)=0,925 \text{ пудъ на кв. дюйм.}$$

Наименьшее давленіе на грунтъ около ребра BB' равно:

$$min\sigma=\sigma\left(1-\frac{6(1,18-\beta)}{2,36}\right)=0,632(1-0,463)=0,339 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Коэффиціентъ m_1 на скольженіе вычисленъ въ предположеніи, что дно котлована будетъ выравнено тремя горизонтальными уступами; но если бы понадобилось устроить основанія безъ выравниванія скалы, оставивъ основаніе съ уклономъ въ $\frac{0,10}{2,36}=0,042373=tg(2^0 25'35'')$, то коэффиціентъ сопротивленія при скольженіи по наклонному скалистому основанію будетъ равенъ:

$$m_1'=\frac{f_1[WCos(2^0 25'35'')-Q_0Sin(2^0 25'35'')]}{WSin(2^0 25'35'')+Q_0Cos(2^0 25'35'')}=\frac{0,74(42914\times 0,99910-10860\times 0,04233)}{42914\times 0,04233+10860\times 0,99910}=2,48.$$

Предположимъ, что на мосту находится временная нагрузка.

Давленіе на опору отъ временной нагрузки равно 2×3514 пуд. $=7028$ пуд.

(См. пояснительную записку къ проекту верхняго строенія моста отв. 20 саж. съ ѣздою по низу).

Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ:

$$W_0=W+7028=42914+7028=49942 \text{ пуд.}$$

Моментъ равнодѣйствующей W_0 около ребра BB_1 равенъ:

$$W_0w_0=Wv+7028\times(2,36-0,81)=71684+7028\times 1,55=82577 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо $w_0=\frac{82577}{49942}=1,653$ саж.

Разстояніе равнодѣйствующей T_0 вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ отъ ребра BB' равно:

$$\beta_0=w_0-\frac{Q_0q_0}{W_0}=1,653-\frac{13219}{49942}=1,653-0,264=1,389 \text{ саж.}$$

Равнодѣйствующая T_0 не выходитъ изъ средней трети основанія, такъ какъ $2,46-\beta_0=2,36-$ $-1,389=0,971>\frac{2,36}{3}=0,787$ и $\beta_0=1,389>\frac{2,36}{3}=0,787$.

Среднее давленіе на грунтъ

$$\sigma_0=\frac{W_0}{84^2\times 4,08\times 2,36}=\frac{49942}{67941}=0,735.$$

Наибольшее давленіе на грунтъ около ребра DD_1 равно:

$$max\,\sigma_0=\sigma_0\left(1+\frac{6\times(1,18-\beta)}{2,36}\right)=0,735\left(1+\frac{6\times 0,209}{2,36}\right)=0,735\times(1+0,531)=1,125 \text{ пуд. на кв. дм.}$$

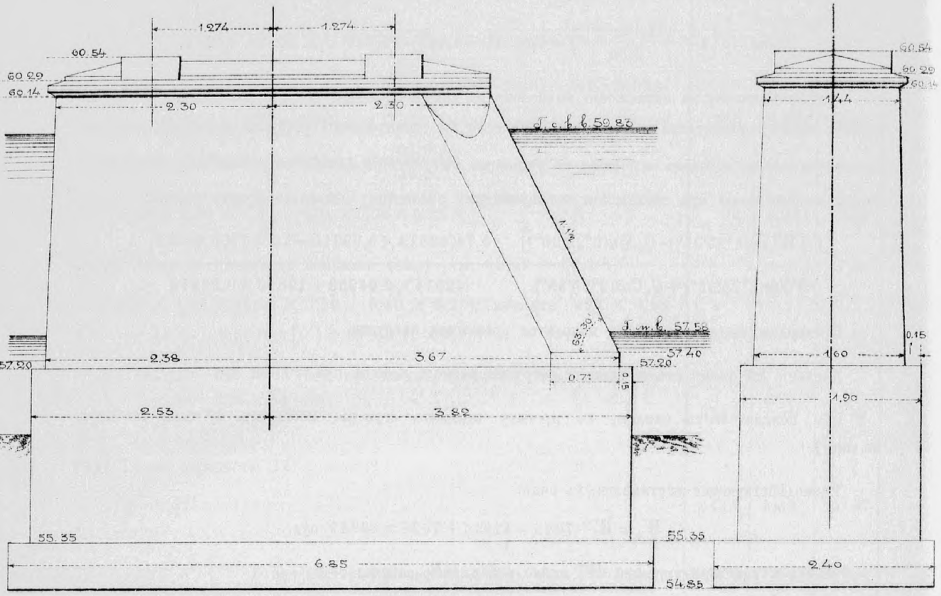
Наименьшее давленіе на грунтъ около ребра BB' равно:

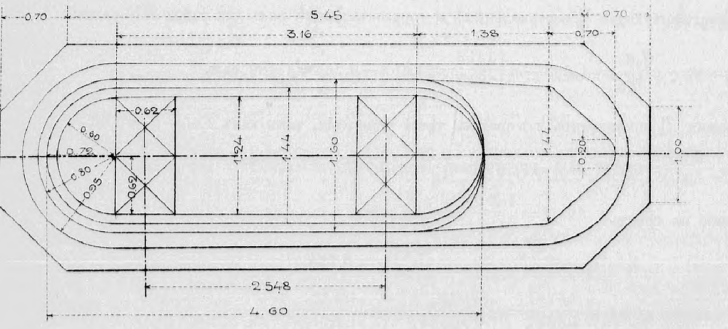
$$min\sigma_0 = \sigma_0(1-0{,}531) = 0{,}735 \times 0{,}469 = 0{,}345 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Коэффиціентъ на скольженіе по наклонному скалистому основанію:

$$m_0' = \frac{f_1[W_0 Cos(2^0 25'35'') - Q_0 Sin(2^0 25'35'')]}{W_0 Sin(2^0 25'35'') + Q_0 Cos(2^0 25'35'')} = \frac{0{,}74(49942 \times 0{,}99910 - 10860 \times 0{,}04233)}{49942 \times 0{,}04233 + 10860 \times 0{,}99910} = 2{,}82.$$

Рѣчной быкъ.





Подсчетъ объема кладки рѣчного быка.

	Площади кв. саж.	Среднія площади.	Высота саж.	Объемъ въ куб. саж.
1) На отмѣткѣ 60,29: пл. $= \frac{\pi \times 1{,}44^2}{4} + 3{,}16 \times 1{,}44 =$	6,179	6,179	0,15	0,927
2) На отмѣткѣ 60,14 = ...	6,179			
3) На отмѣткѣ 57,40: пл. $= \frac{\pi \times 1{,}60^2}{8} + 3{,}16 \times 1{,}60 + \frac{1.60+1{,}44}{2} \times 1{,}38 + \frac{1{,}44+0{,}20}{2} \times 0{,}71 =$	8,741	7,460	2,74	20,440
4) Непосредственно выше отмѣтки 57,20	8,741	8,741	0,20	1,748
5) Непосредственно ниже отмѣтки 57,20: пл. $\frac{\pi \times 1{,}90^2}{7} + 4{,}45 \times 1{,}90 =$	11,290	11,290	0 1,85	20,887
6) Непосредственно выше отм. 55,35	11,290			
7) Непосредственно ниже отм. 55,35: пл. $5{,}45 \times 2{,}40 + (1{,}00+2{,}40) \times 0{,}70 =$	15,460	15,460	0 0,50	7,730
8) На отм. 54,85	15,460			
Итого . . .	—	—	5,44	51,732

Площадь основанія рѣчного быка равна:

$$5{,}45 \times 2{,}40 + (1{,}00+2{,}40) \times 0{,}70 = 15{,}460 \text{ кв. саж.} = 109086 \text{ кв. дюймъ.}$$

Давленіе на рѣчной быкъ отъ временной нагрузки и вѣса фермъ отв. 20 саж. равно:

$$4 \times 5485 = 21940 \text{ пудовъ.}$$

Не принимая во вниманіе вѣса вытѣсненной воды, получимъ давленіе на скалистое основаніе рѣчного быка равное:

$$\frac{51{,}732 \times 1300 + 21940}{109086} = \frac{89191{,}6}{109086} = 0{,}817 \text{ пуд. на кв. дюйм.}$$

Ледоходъ происходитъ при горизонтѣ самыхъ высокихъ водъ, т. е. при отмѣткѣ 59,83.

Ледъ во время ледохода очень слабъ и хрупокъ.

Величина льдинъ бываетъ не болѣе 10—15 саж.

Главный Инженеръ *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Старшій Инженеръ *С. Ольшевскій.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

Утвержденъ Департаментомъ желѣзныхъ дорогъ по докладу 28 Апрѣля 1898 года № 749 съ слѣдующими условіями:

1) высоту опоръ увеличить на 0,35 саж. противъ назначенной въ проектѣ, т. е. проектная линія мостовой площадки должна имѣть отмѣтку 61,38 вмѣсто принятой 61,03;

2) при увеличеніи высоты опоръ соотвѣтственно увеличить и толщину таковыхъ, при чемъ имѣть въ виду, что при расчетѣ размѣровъ переднихъ частей (рѣчныхъ) опоръ надлежитъ принимать не среднее давленіе на квадратную единицу всей площади основанія задней части устоя (какъ это принято въ расчетѣ), а среднее давленіе, приходящееся на часть основанія онаго, расположенную надъ призмою обрушенія;

3) рѣшеніе вопроса о родѣ основаній опоръ моста, а равно по глубинѣ заложенія подошвы ихъ фундаментовъ предоставить Инспекціи по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ по постройкѣ;

4) въ виду значительнаго размыва рѣки (около 1,5 верстъ) въ мѣстѣ расположенія моста, обратить вниманіе на необходимость надежнаго укрѣпленія струенаправляющихъ дамбъ; сопряженіе дамбы съ конусомъ должно представлять плавную поверхность; опредѣленіе длины и направленія струенаправляющихъ дамбъ предоставляется Инспекціи.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Мацѣевскій.

На копіи написано: Вѣрно: За Дѣлопроизводителя Деливронъ.

Съ копіей вѣрно: Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Сверялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ проекту, утвержденному Департаментомъ жел. дор. по докладу отъ 20-го Іюня 1898 г. № 1100.

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

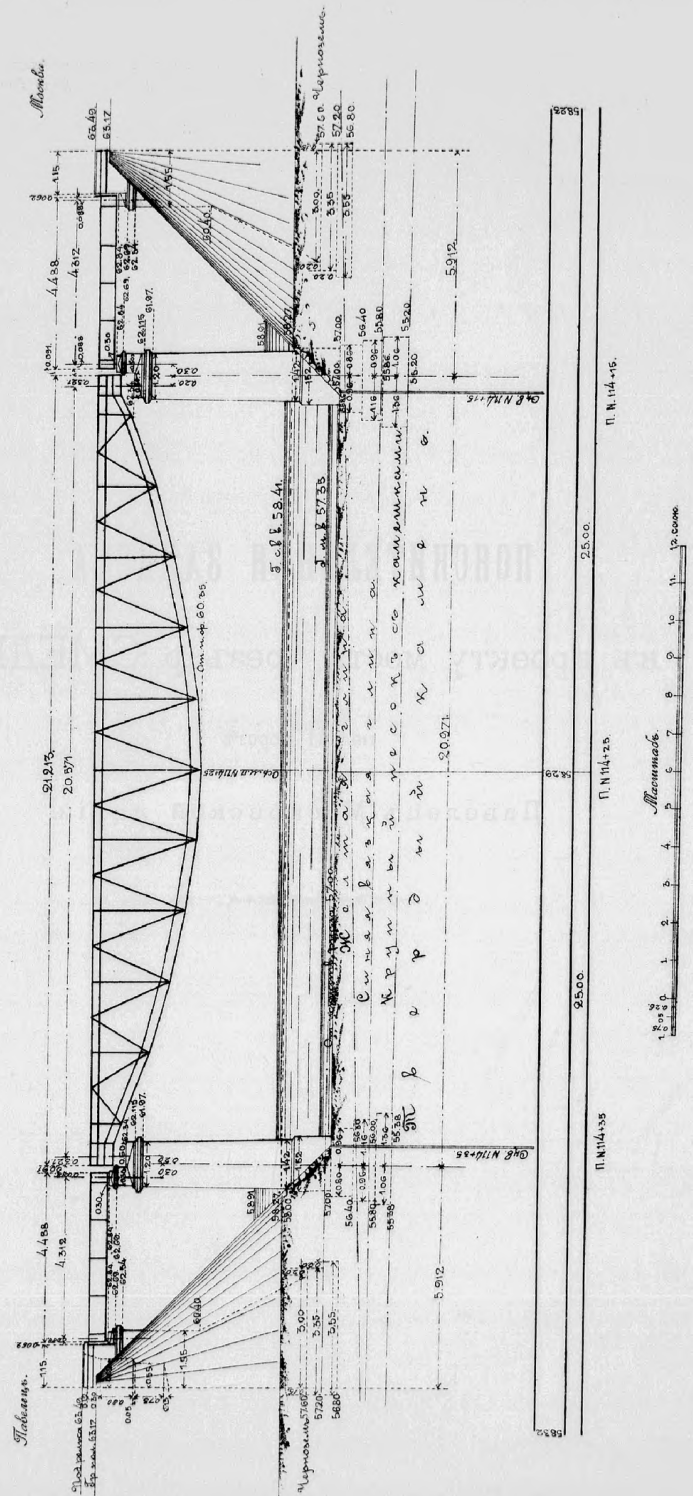
ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. СМЕДВУ

на 111 верстѣ

Лавелецъ-Московской линіи.



Общій видъ моста чрезъ рѣку Смедву, на 111 вер. Павелецк.-Московской линіи.

РАСЧЕТЪ

отверстія и устойчивости опоръ моста чрезъ рѣку **СМЕДВУ**

на 111 верстѣ

(пикетъ № 114+25,00)

Павелецъ-Московской линіи.

ОТВЕРСТІЕ МОСТА.

Для опредѣленія расхода имѣются три живыхъ сѣченія:

1) на 50 саж. ниже моста;

2) по оси линіи;

3) на 50 саж. выше моста.

Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ, для живого сѣченія по линіи, взятъ по указаніямъ мѣстныхъ жителей; для другихъ сѣченій принятъ соотвѣтственно уклону.

Такъ какъ наблюденій надъ проходомъ весеннихъ водъ не производилось, то для опредѣленія уклона пришлось воспользоваться косвенными указаніями.

Всѣ вышесказанныя живыя сѣченія находятся въ районѣ подпора мельничной плотины, а потому уклонъ меженнихъ водъ опредѣленъ приблизительно, по отмѣткамъ воды непосредственно ниже двухъ смежныхъ плотинъ:

$$i_1 = \frac{56,00 - 53,79}{2950} = 0,00075.$$

Уклонъ этотъ для подсчета принятъ быть не можетъ, такъ какъ:

1) при меженнемъ горизонтѣ рѣка дѣлаетъ большое количество извилинъ, чѣмъ увеличивается значительно ея длина; во время же разлива по поймѣ уклонъ получится больше;

2) въ мѣстѣ пересѣченія линіи съ рѣкой пойма послѣдней на протяженіи около версты имѣетъ сильный перепадъ, значительно измѣняющій условія протеканія воды.

Въ виду вышеизложеннаго пришлось опредѣлить вѣроятный уклонъ на небольшомъ протяженіи отъ линіи; на основаніи слѣдовъ, указанныхъ жителями сосѣднихъ деревень, полученъ уклонъ весеннихъ водъ 0,0028.

Нивеллировка по поймѣ на протяженіи 400 саж. дала уклонъ $\left(\frac{58,73 - 57,77}{400}\right) = 0,0024$, а на протяженіи 100 саж., ближайшихъ къ линіи, — $\left(\frac{58,405 - 58,125}{100}\right) = 0,0028$.

Послѣдняя величина уклона $i = 0,0028$ принята для подсчета, какъ наиболѣе вѣроятная для поймы.

Для главнаго русла, въ виду извилистости его, необходимо принять другой уклонъ, въ зависимости отъ длины русла, именно $i' = 0,00135$.

На основаніи вышепринятыхъ данныхъ, опредѣляемъ расходъ по живымъ сѣченіямъ:

I. Живое сѣченіе № 1, на 50 саж. ниже моста.

(Отмѣтка горизонта высокихъ водъ = 58,27).

А) Главное русло.

Площадь живого сѣченія:

$$R = \tfrac{1}{2}(0{,}03+0{,}92)2{,}90+\tfrac{1}{2}(0{,}92+1{,}97)3+\tfrac{1}{2}(1{,}97+2{,}02)3+\tfrac{1}{2}(2{,}02+1{,}92)2+\tfrac{1}{2}(1{,}92+$$
$$+1{,}72)2+\tfrac{1}{2}\times 2{,}97\times 1{,}72 = 1{,}378+4{,}335+5{,}985+3{,}94+3{,}64+2{,}554 = 21{,}832 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1 = 0{,}03+\sqrt{2{,}90^2+0{,}89^2}+\sqrt{3^2+1{,}05^2}+\sqrt{3^2+0{,}05^2}+\sqrt{2^2+0{,}10^2}+\sqrt{2^2+0{,}20^2}+$$
$$+\sqrt{2{,}97^2+1{,}72^2} = 3{,}03+3{,}178+3{,}00+2{,}002+2{,}01+3{,}432 = 16{,}682 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{21{,}832}{16{,}682} = 1{,}3087 \text{ саж.} = 2{,}7922\ mtr.$$

Средняя скорость:

$$v = c\sqrt{Ri};\ c = \frac{23+\dfrac{1}{n}+\dfrac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\dfrac{0{,}00155}{i}\right)\dfrac{n}{\sqrt{R}}};$$

$$c = \frac{23+\dfrac{1}{0{,}025}+\dfrac{0{,}00155}{0{,}00135}}{1+\left(23+\dfrac{0{,}00155}{0{,}00135}\right)\dfrac{0{,}025}{\sqrt{R}}} = \frac{64{,}148}{1+\dfrac{0{,}6037}{\sqrt{2{,}7922}}} = 47{,}12;$$

$$v_1 = 47{,}12\times\sqrt{2{,}7922\times 0{,}00155} = 2{,}8932\ mtr. = 1{,}356 \text{ саж.}$$

$$Q = 21{,}832\times 1{,}356 = 29{,}604 \text{ куб. саж.}$$

Б) Пойма лѣваго берега.

$$R_2 = \tfrac{1}{2}(0{,}03+0{,}11)37+\tfrac{1}{2}(0{,}11+0{,}16)50+\tfrac{1}{2}(0{,}16+0{,}24)50+\tfrac{1}{2}(0{,}24+0{,}07)15+\tfrac{1}{2}(0{,}07+$$
$$+0{,}22)3+\tfrac{1}{2}\times 0{,}22\times 4{,}67+\tfrac{1}{2}\times 0{,}06(3{,}18+1{,}28)+\tfrac{1}{2}\times 0{,}15(3{,}26+3{,}08) = 2{,}59+6{,}75+$$
$$+10{,}00+2{,}325+0{,}435+0{,}514+0{,}134+0{,}476 = 23{,}224 \text{ кв. саж.}$$

$$p_2 = 0{,}03+37+50+50+\sqrt{15^2+0{,}17^2}+\sqrt{3^2+0{,}15^2}+\sqrt{4{,}67^2+0{,}22^2}+\sqrt{3{,}18^2+0{,}06^2}+$$
$$+\sqrt{1{,}28^2+0{,}06^2}+\sqrt{3{,}26^2+0{,}15^2}+\sqrt{3{,}08^2+0{,}15^2} = 0{,}03+37+50+50+15{,}001+$$
$$+3{,}004+4{,}675+3{,}181+1{,}281+3{,}263+3{,}084 = 170{,}519 \text{ саж.}$$

$$R_2 = \frac{23{,}224}{170{,}519} = 0{,}1362 \text{ саж.} = 0{,}2906\ mtr.$$

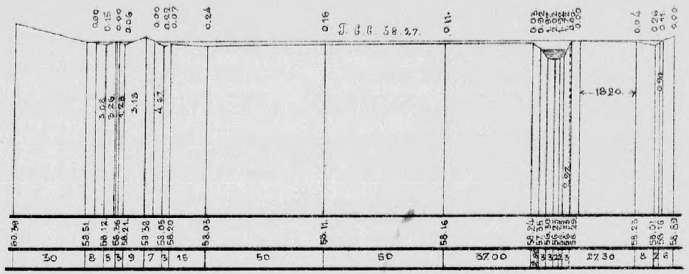
$$c = \frac{23+\dfrac{1}{0{,}030}+\dfrac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\dfrac{0{,}00155}{i}\right)\dfrac{0{,}030}{\sqrt{R}}} = \frac{23+\dfrac{1}{0{,}030}+\dfrac{0{,}00155}{0{,}0028}}{1+\left(23+\dfrac{0{,}00155}{0{,}0028}\right)\dfrac{0{,}030}{\sqrt{R}}} = \frac{56{,}8869}{1+\dfrac{0{,}7066}{\sqrt{0{,}2906}}} = 24{,}62.$$

$$v_2 = 24{,}62\sqrt{0{,}2906\times 0{,}0028} = 0{,}7017\ mtr. = 0{,}329 \text{ саж.}$$

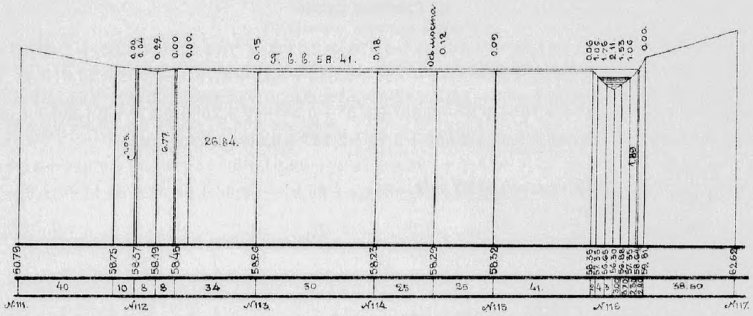
$$Q_2 = 23{,}224\times 0{,}329 = 7{,}640 \text{ куб. саж.}$$

Поперечные профиля рѣки Смедвы.

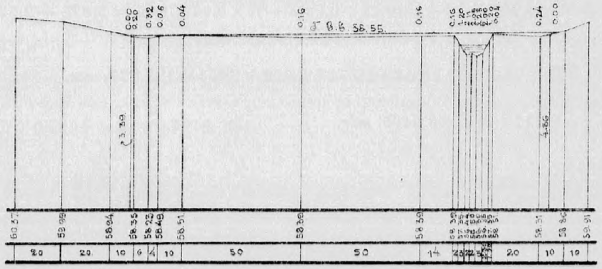
Профиль № 1 (50 саж. ниже моста).



Профиль № 2 (по оси линіи).



Профиль № 3 (50 саж. выше моста).



В) Пойма праваго берега.

$R_3 = \frac{1}{2} \times 18{,}20 \times 0{,}04 + \frac{1}{2}(0{,}04 + 0{,}26)8 + \frac{1}{2}(0{,}26 + 0{,}11)2 + \frac{1}{2} \times 0{,}90 \times 0{,}11 = 0{,}364 + 1{,}20 + 0{,}37 + 0{,}05 = 1{,}984$ кв. саж.

$p_3 = 18{,}20 + \sqrt{8^2 + 0{,}22^2} + \sqrt{2^2 + 0{,}15^2} + \sqrt{0{,}90^2 + 0{,}11^2} = 18{,}20 + 8{,}003 + 2{,}006 + 0{,}907 = 29{,}116$ саж.

$R_3 = \frac{1{,}948}{29{,}126} = 0{,}0669$ саж. $= 0{,}1427$ *mtr.*

$c = \frac{56{,}8869}{1 + \frac{0{,}7066}{\sqrt{0{,}1427}}} = 19{,}82.$

$v_3 = 19{,}82\sqrt{0{,}0669 \times 0{,}0028} = 0{,}2715$ *mtr.* $= 0{,}127$ саж.

$Q_3 = 1{,}984 - 0{,}127 = 0{,}252$ куб. саж.

Общій расходъ $29{,}604 + 7{,}640 + 0{,}252 = 37{,}496$ куб. саж.

II. Живое сѣченіе №. 2, по оси линіи.

(Отмѣтка горизонта высокихъ водъ $= 58{,}41$).

А) Главное русло.

$R_1 = \frac{1}{2}(0{,}06 + 1{,}06)2 + \frac{1}{2}(1{,}06 + 1{,}76)4 + \frac{1}{2}(1{,}76 + 2{,}11)3 + \frac{1}{2}(2{,}11 + 1{,}53)3 + \frac{1}{2}(1{,}53 + 1{,}06)3{,}70 + \frac{1}{2} \times 1{,}06 \times 1{,}89 = 1{,}12 + 5{,}64 + 5{,}805 + 5{,}46 + 4{,}791 + 1{,}002 = 23{,}818$ кв. саж.

$p_1 = \sqrt{2^2 + 1{,}00^2} + \sqrt{4^2 + 0{,}70^2} + \sqrt{3^2 + 0{,}35^2} + \sqrt{3^2 + 0{,}58^2} + \sqrt{3{,}70^2 + 0{,}47^2} + \sqrt{1{,}89^2 + 1{,}06^2} + 0{,}06 = 2{,}236 + 4{,}061 + 3{,}02 + 3{,}056 + 3{,}73 + 2{,}167 + 0{,}06 = 18{,}33$ саж.

$R_1 = \frac{23{,}818}{18{,}33} = 1{,}2994$ саж. $= 2{,}7723$ *mtr.*

$c = \frac{64{,}148}{1 + \frac{0{,}6037}{\sqrt{2{,}7723}}} = 47{,}08.$

$v_1 = 47{,}08\sqrt{2{,}7723 \times 0{,}00135} = 2{,}8801$ *mtr.* $= 1{,}350$ саж.

$Q_1 = 28{,}818 \times 1{,}350 = 32{,}154$ куб. саж.

Б) Пойма лѣваго берега.

$R_2 = \frac{1}{2}(0{,}06 + 0{,}09)41 + \frac{1}{2}(0{,}09 + 0{,}12)25 + \frac{1}{2}(0{,}12 + 0{,}18)25 + \frac{1}{2}(0{,}18 + 0{,}15)50 + \frac{1}{2} \times 0{,}15 \times 26{,}84 + \frac{1}{2} \times 0{,}22 \times 6{,}77 + \frac{1}{2}(0{,}22 + 0{,}04)8 + \frac{1}{2} \times 0{,}04 \times 1{,}05 = 3{,}075 + 2{,}625 + 3{,}75 + 8{,}25 + 2{,}013 + 0{,}745 + 1{,}04 + 0{,}021 = 21{,}519$ кв. саж.

$p_2 = 0{,}06 + 41 + 25 + 25 + 50 + 26{,}84 + 6{,}774 + 8{,}002 + 1{,}051 = 183{,}727$ саж.

$R_2 = \frac{21{,}519}{183{,}727} = 0{,}1172$ саж. $= 0{,}2499$ *mtr.*

$c = \frac{56{,}8869}{1 + \frac{0{,}7066}{\sqrt{0{,}2499}}} = 23{,}57.$

$v_2 = 23{,}57\sqrt{0{,}2499 \times 0{,}0028} = 0{,}6235$ *mtr.* $= 0{,}292$ саж.

$Q_2 = 21{,}519 \times 0{,}292 = 6{,}284$ куб. саж.

Общій расходъ $32{,}154 + 6{,}284 = 38{,}438$ куб. саж.

III. Живое сѣченіе №. 3, на 50 саж. выше моста.

(Отмѣтка горизонта высокихъ водъ $= 58{,}55$).

А) Главное русло.

$R_1 = \frac{1}{2}(0{,}16 + 1{,}20)2 + \frac{1}{2}(1{,}20 + 2{,}11)3 + \frac{1}{2}(2{,}11 + 2{,}05)2 + \frac{1}{2}(2{,}05 + 2{,}25)2 + \frac{1}{2}(2{,}25 + 2{,}00)3 + \frac{1}{2}(2{,}00 + 1{,}20)2{,}30 + \frac{1}{2}(1{,}20 + 0{,}04)1{,}70 = 1{,}36 + 4{,}965 + 4{,}16 + 4{,}30 + 6{,}375 + 3{,}68 + 1{,}054 = 25{,}894$ кв. саж.

$p_1 = 0{,}16 + \sqrt{2^2 + 1{,}04^2} + \sqrt{3^2 + 0{,}91^2} + \sqrt{2{,}00^2 + 0{,}06^2} + \sqrt{2^2 + 0{,}20^2} + \sqrt{3^2 + 0{,}25^2} + \sqrt{2{,}30^2 + 0{,}80^2} + \sqrt{1{,}70^2 + 1{,}16^2} + 0{,}04 = 0{,}16 + 2{,}254 + 3{,}135 + 2{,}001 + 2{,}01 + 3{,}01 + 2{,}435 + 2{,}058 + 0{,}04 = 17{,}103$ саж.

$R_1 = \frac{25{,}894}{17{,}103} = 1{,}5140$ саж. $= 3{,}2302$ *mtr.*

$c = \frac{64{,}148}{1 + \frac{0{,}6037}{\sqrt{3{,}2302}}} = 48{,}02.$

$v_1 = 48{,}02\sqrt{3{,}2302 \times 0{,}00135} = 3{,}1710$ *mtr.* $= 1{,}486$ саж.

$Q_1 = 25{,}894 \times 1{,}486 = 38{,}478$ куб. саж.

Б) Пойма лѣваго берега.

$R_2 = \frac{1}{2}(0{,}16 + 0{,}16)14 + \frac{1}{2}(0{,}16 + 0{,}16)50{,}00 + \frac{1}{2}(0{,}16 + 0{,}04)50 + \frac{1}{2}(0{,}04 + 0{,}06)10 + \frac{1}{2}(0{,}06 + 0{,}32)4 + \frac{1}{2}(0{,}32 + 0{,}20)6 + \frac{1}{2} \times 0{,}20 \times 3{,}39 = 2{,}24 + 8{,}00 + 5{,}00 + 0{,}50 + 0{,}76 + 1{,}56 + 0{,}339 = 18{,}399$ кв. саж.

$p_2 = 0{,}16 + 14{,}00 + 50{,}00 + 50{,}00 + 10{,}00 + \sqrt{4^2 + 0{,}26^2} + \sqrt{6^2 + 0{,}12^2} + \sqrt{3{,}39^2 + 0{,}20^2} = 0{,}16 + 14{,}00 + 50{,}00 + 50{,}00 + 10{,}00 + 4{,}008 + 6{,}001 + 3{,}396 = 137{,}565$ саж.

$R_2 = \frac{18{,}399}{137{,}565} = 0{,}1337$ саж. $= 0{,}2854$ *mtr.*

$c = \frac{56{,}8869}{1 + \frac{0{,}7066}{\sqrt{0{,}2854}}} = 24{,}49.$

$v_2 = 24{,}49\sqrt{0{,}2854 \times 0{,}0028} = 0{,}6923$ *mtr.* $= 0{,}324$ саж.

$Q_2 = 18{,}399 \times 0{,}324 = 5{,}961$ куб. саж.

В) Пойма праваго берега.

$R_3 = \frac{1}{2}(0{,}04 + 0{,}24)20 + \frac{1}{2} \times 0{,}24 \times 4{,}36 = 2{,}80 + 0{,}523 = 3{,}323$ кв. саж.

$p_3 = 0{,}04 + \sqrt{20^2 + 0{,}20^2} + \sqrt{4{,}36^2 + 0{,}24^2} = 20{,}001 + 4{,}367 = 24{,}368$ саж.

$R_3 = \frac{3{,}323}{24{,}368} = 0{,}1364$ саж. $= 0{,}2910$ *mtr.*

$c = \frac{56{,}8869}{1 + \frac{0{,}7066}{\sqrt{0{,}2910}}} = 24{,}63.$

$v_3 = 24{,}63\sqrt{0{,}2910 \times 0{,}0028} = 0{,}7029$ *mtr.* $= 0{,}329$ саж.

$Q_3 = 3{,}323 = \times 0{,}329 = 1{,}093$ куб. саж.

Общій расходъ $38{,}478 + 5{,}961 + 1{,}093 = 45{,}532$ кв. саж.

Сводъ итоговъ.

№№	Части водотока.	Профиль №. I.			Профиль №. II.			Профиль №. III.		
		Скор.	Площадь сѣченія.	Расходъ.	Скор.	Площадь сѣченія.	Расходъ.	Скор.	Площадь сѣченія.	Расходъ.
1	Главное русло . . .	1,356	21,832	29,604	1,350	23,818	32,154	1,486	25,894	38,478
2	Пойма лѣваго берега	0,329	23,224	7,640	0,292	21,519	6,284	0,324	18,399	5,961
3	Пойма праваго берега	0,127	1,984	0,252	—	—	—	0,329	3,323	1,093
	Всего . .	—	47,04	37,496	—	45,337	38,438	—	47,616	45,532

Средній расходъ:

$$Q_0 = {}^1/_3(37,496+38,438+45,532)=40,49 \text{ куб. саж.}$$

Средняя скорость для главнаго русла:

$$v={}^1/_3(1,356+1,350+1,486)=1,397 \text{ саж.}=9,78 \text{ футъ.}$$

Допуская эту же скорость въ сооруженіи, получаемъ площадь живого сѣченія:

$$R_0=\frac{40,49}{0,95\times 1,397}=30,51 \text{ кв. саж.}$$

Для провѣрки полученнаго результата обратимся къ нормамъ, указаннымъ въ циркулярѣ Министерства Путей Сообщенія отъ 11 Ноября 1877 года за № 11230.

Бассейнъ р. Смедвы до пересѣченія ея линіей по 10-верстной картѣ $P=252$ кв. версты; соотвѣтственный коэффиціентъ:

$$k=0,06.$$

Отсюда площадь живого сѣченія весеннихъ водъ въ сооруженіи:

$$R_1=0,06\times 252=15,12 \text{ кв. саж.},$$

т. е. меньше половины площади, полученной подсчетомъ по поперечнымъ профилямъ. Послѣднее обстоятельство указываетъ, что полученный расходъ преувеличенъ; явиться же это могло:

1) вслѣдствіе того, что отмѣтки горизонтовъ высокихъ водъ указаны неправильно или вызваны случайными причинами, или

2) скорости теченія, полученныя теоретическимъ путемъ, не соотвѣтствуютъ дѣйствительности.

Вѣроятность двухъ этихъ предположеній обусловливается какъ условіями мѣстности, такъ и наблюденіями надъ характеромъ коренного русла рѣки, а именно:

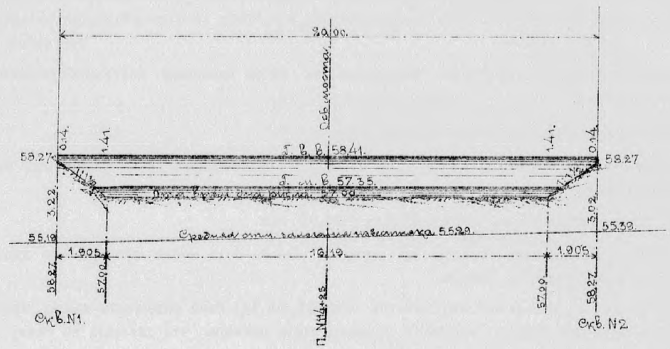
1) въ верстѣ ниже пересѣченія линіей рѣка перепружена мельничной плотиной, и хотя послѣдняя открывается во время прохода весеннихъ водъ, но всетаки она препятствуетъ свободному теченію и вызываетъ подпоръ;

2) вслѣдствіе крайней извилистости русла ледъ не имѣетъ возможности свободно двигаться, остается въ руслѣ или образуетъ зажоры, вызывая этимъ искусственно подъемъ горизонта воды, уменьшеніе живого сѣченія и уменьшеніе скорости въ главномъ руслѣ.

Русло рѣки песчано-глинистое, только на саженной глубинѣ ниже дна обнаруженъ слой камня известняка; если бы въ главномъ руслѣ дѣйствительно существовала скорость, полученная теоретически, то въ имѣющемся руслѣ должны бы образоваться значительные размывы, такъ какъ грунтъ русла не допускаетъ скорости болѣе 5—6 футовъ; между тѣмъ болѣе значительныхъ размывовъ откосовъ русла не замѣчено.

Такимъ образомъ можно предположить, что отверстіе, расчитанное по расходу $Q=40,49$ куб. с., будетъ со значительнымъ запасомъ, благодаря чему для подсчета можно допустить размывъ русла до каменнаго слоя, т. е. до средней отмѣтки 55,29.

Предполагается устроить желѣзный мостъ на каменныхъ опорахъ отверстіемъ 20,00 саж., при чемъ для устройства моста предполагается спрямить русло рѣки, какъ показано на планѣ рѣки Смедвы, вырывъ искусственное русло и расположивъ береговыя опоры моста, какъ показано на эскизѣ:



Площадь живого сѣченія спрямленнаго русла подъ мостомъ:

$$\omega=\left(\frac{0,14+1,41}{2}\right)\times 1,905+16,19\times 1,41+\left(\frac{1,41+0,14}{2}\right)\times 1,905=25,78 \text{ кв. саж.}$$

Средняя скорость подъ мостомъ:

$$v_0=\frac{Q}{\mu\times\omega}=\frac{40,49}{0,95\times 25,78}=1,653 \text{ саж.}=11,57 \text{ футъ.}$$

Средняя скорость притекающей воды въ руслѣ:

$$v=1,397 \text{ саж.}=9,78 \text{ футъ.}$$

Подпоръ:

$$h=\frac{v_0^2-v^2}{2g}=\frac{1,653^2-1,397^2}{9,20}=0,085 \text{ саж.}$$

и отмѣтка подпорнаго горизонта будетъ 58,50.

Размывъ произойдетъ до каменнаго слоя, такъ такъ,—опредѣляя глубину воды послѣ размыва, въ зависимости отъ наибольшей допускаемой скорости для плотнаго рѣчного песка по дну по *„die Hütte“* $W=0,145$ саж.$=1$ футу и средней $v_{max}=0,211$ саж.$=1,476$ фут. (что болѣе, чѣмъ для жирной глины),—найдемъ необходимую глубину:

$$x=\frac{Q}{l\times v_{max}}=\frac{40,49}{20\times 0,211}=9,595 \text{ саж.},$$

что значительно больше $58,41-55,29=3,12$ саж.=средней глубины залеганія каменнаго слоя отъ горизонта высокихъ водъ.

Послѣ размыва дна до отмѣтки залеганія каменнаго пласта будетъ:

Площадь живого сѣченія подъ мостомъ:

$$\omega'=20,00\left(\frac{3,22+3,02}{2}\right)=62,40 \text{ кв. саж.}$$

и средняя скорость воды подъ мостомъ:

$$v' = \frac{Q}{\mu \times \omega'} = \frac{40,49}{0,95 \times 62,40} = 0,683 \text{ саж.} = 4,78 \text{ футъ},$$

что значительно менѣе средней скорости, допускаемой безопасно при каменистомъ грунтѣ (отъ 1,17 до 1,63 саж.), а потому дальнѣйшаго размыва дна не будетъ, а потому размѣры отверстія моста можно признать вполнѣ достаточными.

ОПОРЫ.

Отверстіе моста въ 20,00 саж. перекрывается 20-ти саженной полупараболической фермой съ ѣздою по верху.

Ферма устанавливается на береговыхъ быкахъ.

Пролеты между быками и подпорными стѣнками перекрываются 4-хъ саженными балками со сплошною стѣнкою.

Ось моста назначена на пикетѣ № 114+25,00 саж.

На основаніи данныхъ буренія, на чертежѣ общаго вида моста представлено напластованіе грунтовъ въ ложѣ русла р. Смедвы.

Залегающій на небольшой глубинѣ (на отмѣткѣ 55,24) слой сплошного камня предположено принять за основаніе быковъ, которымъ приданы такіе размѣры, что давленіе на скалу не превосходитъ 2 пудовъ на кв. дюймъ.

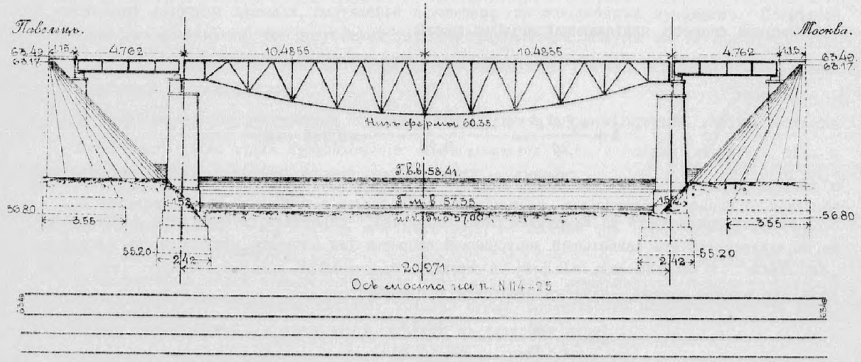
Выемка грунта производится въ шпунтовомъ огражденіи, при чемъ площадь, ограниченная шпунтовымъ рядомъ, уширена на 0,20 въ каждую сторону противъ размѣровъ подошвы быка.

Въ случаѣ сильнаго притока воды чрезъ дно котлована, нижній слой фундамента на высоту 0,50 саж. будетъ сдѣланъ изъ бетона.

Устои основываются на слоѣ желтой глины, при чемъ имъ приданы такіе размѣры, что наибольшее давленіе на основаніе почти не превосходитъ $1^1/_4$ пуд. на 1 кв. дюймъ.

Эти данныя положены въ основаніе расчета прочности и устойчивости опоръ.

Общій видъ моста



Устои.

Основаніе устоевъ предполагается заложить на отмѣткѣ 56,80:

Отмѣтка бровки полотна . . . . . 63,17.

Подферменная площадка . . . . . 62,69.

Обрѣзъ фундамента . . . . . 57,60.

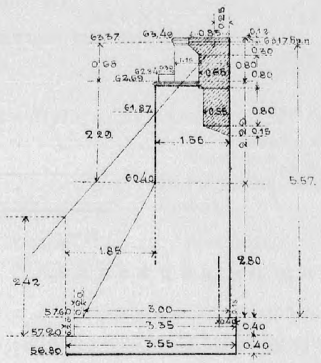
I. Повѣрка устоя на опрокидываніе.

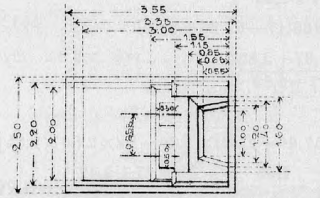
Устой подвергается дѣйствію двухъ силъ:

1) горизонтальному давленію, стремящемуся опрокинуть устой, и

2) силѣ тяжести, сопротивляющейся этому опрокидыванію.

Для опредѣленія объема и вѣса кладки и вмѣстѣ съ тѣмъ момента силъ, сопротивляющихся опрокидыванію, подраздѣлимъ весь устой на горизонтальные слои и составимъ таблицу объемовъ, вѣсовъ и моментовъ.





№№	Данныя.	Объемъ саж.³	Плечи саж.'	Моментъ саж.⁴
	1. Кладка безъ вычета пустотъ.			
1	$2 \times 1,15 \times 0,68 =$	1,564	2,825	4,418
2	$0,15 \times 0,50 \times 0,30 \times 2 =$	0,045	2,100	0,094
3	$2,00 \times 1,55 \times (62,69 - 60,40) =$.	7,099	2,625	18,635
4	$^1/_2 \times 2 \times (1,55 + 3,00) \times (60,40 - 57,60)$:			
	Плечо $3,40 - \frac{3,00 + 1,55}{4} =$	12,74	2,2625	28,824
5	$3,35 \times 0,40 \times 2,20 =$	2,948	1,875	5,528
6	$3,55 \times 0,40 \times 250 =$	3,55	1,775	6,301
	$v_1 =$.	27,946	$m_1 =$	63,80

№№	Данныя.	Объемъ саж.³	Плечи саж.'	Моментъ саж.⁴
	2. Колодцы.			
1	$^1/_3\times 0{,}30\left\{(0{,}85\times 1{,}60)+0{,}65\left(\frac{1{,}40+1{,}20}{2}\right)+\right.$ $\left.+\sqrt{0{,}85\times 1{,}60\times\left(\frac{1{,}40+1{,}20}{2}\right)\times 0{,}65}\right\}$:			
	Плечо $3{,}40-\frac{0{,}85+0{,}65}{4}=$	0,328	3,025	0,992
2	$^1/_2\times 0{,}65(1{,}20+1{,}40)\times 0{,}80=$	0,676	3,075	2,079
3	$^1/_2\times 0{,}55(1{,}00+1{,}20)\times 0{,}80=$.	0,484	3,125	1,513
4	$0{,}55\times\frac{0{,}15}{2}\times\left(\frac{1{,}20+1{,}00}{2}\right)=$.	0,045	3,217	0,145
	$v_2=$.	1,533	$m_2=$	4,729
	3. Земля на обрѣзахъ.			
1	$0{,}15\times 2{,}00\times(63{,}49-57{,}60)=$.	1,767	3,475	6,140
2	$2\times 0{,}40[(63{,}17-57{,}60)\times 0{,}10+(63{,}17-57{,}20)\times 0{,}15]=$ . . .	1,162	3,35	3,893
3	$2\times 0{,}10\times 3{,}15\times {}^1/_2(63{,}17-57{,}60+2{,}42)$:			
	Плечо $\frac{3{,}15}{3}\times\left(\frac{2\times 5{,}57+2{,}42}{5{,}57+2{,}42}\right)=$.	2,517	1,782	4,485
4	$2\times 0{,}15\times 3{,}15\times {}^1/_2\times(63{,}17-57{,}20+2{,}82)$:			
	Плечо $\frac{3{,}15}{3}\times\left(\frac{2\times 5{,}97+2{,}82}{5{,}97+2{,}82}\right)=$.	4,153	1,763	7,322
5	$0{,}20\times 2{,}20\times 0{,}40=$	0,176	0,10	0,018
6	$2{,}00\times[{}^1/_2\times(61{,}87-57{,}60+2{,}42)\times 1{,}85-{}^1/_2\times 2{,}80\times 1{,}85]=$. .	8,317	0,836	6,955
	Моментъ $12{,}377\times\frac{1{,}85}{3}\times\left(\frac{2\times 4{,}27+2{,}42}{4{,}27+2{,}42}\right)-4{,}060\times$ $\times\left(\frac{2\times 1{,}45}{3}+0{,}40\right)$			
	$v_3=$.	18,092	$m_3=$	28,813

Вѣсъ устоя:

$Q=v_1\times 1300-v_2\times 300+v_3\times 1000=27{,}946\times 1300-1{,}533\times 300+18{,}092\times 1000=36329{,}80-$ $-459{,}90+18092=53961{,}90$ пуд.

Моментъ вѣса относительно передняго ребра:

$M=m_1\times 1300-m_2\times 300+m_3\times 1000=63{,}800\times 1300-4{,}729\times 300+28{,}813\times 1000=82940-$ $-1418{,}70+28813=110334{,}30$ пудо-саж.

Плечо вѣса устоя относительно передняго ребра:

$$b=\frac{110334{,}30}{53961{,}90}=2{,}044 \text{ саж.}$$

Опрокидывающія усилія образуются:

1) отъ давленія земли со стороны насыпи и

2) отъ временной нагрузки.

Горизонтальный распоръ за устоемъ съ временной нагрузкой, стремящійся опрокинуть устой, можно представить слѣдующей формулой:

$$E=\gamma\left(\frac{H^2}{2}+Hh\right)tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)A;$$

H—высота насыпи въ саж.$=63{,}17-56{,}80=6{,}37$ саж.;

A—ширина устоя$=2{,}00$ саж.;

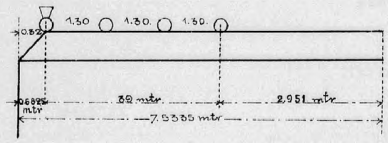
φ—уголъ естественнаго откоса$=32^0$;

γ—вѣсъ куб. саж. земли$=1000$ пуд.;

h—высота слоя земли, замѣняющаго временную нагрузку.

Длина призмы обрушенія:

$$l=Htg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=Htg29^0=6{,}37\times 0{,}55431=3{,}531 \text{ саж.}=7{,}5335 \ mtr.$$



Число осей поѣзда, помѣщающихся на призмѣ обрушенія, представлено на схематическомъ чертежѣ.

Вѣсъ поѣзда:

$p_1=15$ тн.$\times 4=60$ тн.$=3663$ пуд.

Вѣсъ поперечинъ:

Считая на 1 саж. 4 поперечины изъ 6-ти вершковаго лѣса (6 верш.$=10^1/_2$″), длиной 1,25 саж., распиленнаго пополамъ по длинѣ:

$$\frac{\pi\left(\frac{10^1/_2}{2}\right)^2\times 1{,}25\times 7\times 1{,}12\times 3{,}531\times 4}{2\times 144}\ldots\ldots\ldots\ldots=41{,}615 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ рельсовъ по $22^1/_2$ фунт. на пог. фут.:

$$7\times 3{,}531\times 2\times\frac{22^1/_2}{40}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots=27{,}806 \text{ „}$$

$p_2=69{,}421$ пуд.

Слѣдовательно высота слоя земли, замѣняющаго временную нагрузку:

$$h=\frac{p_1+p_2}{1000\times 3{,}531\times 2}+0{,}32=\frac{3733}{7062}+0{,}32=0{,}529+0{,}32=0{,}849 \text{ саж.}$$

Подставляя численныя значенія, находимъ для горизонтальнаго распора:

$$E=1000\left(\frac{6{,}37^2}{2}+6{,}37\times 0{,}849\right)\times 0{,}307\times 2{,}00=15778 \text{ пуд.}$$

e—плечо силы горизонтальнаго распора опредѣляется по формулѣ:

$$e=\frac{H+3h}{H+2h}\times\frac{H}{3}.$$

Подставляя численныя значенія, найдемъ плечо распора:

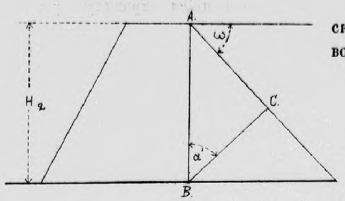
$$e=\frac{6{,}37+3\times 0{,}849}{6{,}37+2\times 0{,}849}\times\frac{6{,}37}{3}=2{,}347 \text{ саж.}$$

Моментъ силы горизонтальнаго распора:

$M_1=Ee$,—въ данномъ случаѣ будетъ:

$m=15778\times 2{,}347=37031$ пудо-саж.

Устой подвергается еще распору земли впереди устоя.



При ограниченіи земли за устоемъ наклонной плоскостью (откосомъ) выраженіе вертикальной силы p, производящей распоръ, напишется такъ (вѣсъ призмы ABC):

$$p=\frac{\gamma H_2^2}{2}\times\frac{sin\alpha'}{cos(\alpha'-\omega)}\times cos\omega\times A.$$

Въ такомъ случаѣ распоръ:

$$E_2=\frac{\gamma H_2^2}{2}\times\frac{sin\alpha' cos\omega}{cos(\alpha'-\omega)tg(\alpha'+\varphi)}\times A.$$

E_2max—получается при:

$$tg\alpha'=\frac{-tg\varphi+\sqrt{sin^2\varphi+\frac{2tg\omega}{sin2\varphi}}}{1+\frac{2tg\omega}{sin2\varphi}}.$$

Въ настоящемъ случаѣ:

$$\angle\omega=45^0 \text{ и } tg\omega=1.$$

Слѣдовательно:

$$tg\alpha'=\frac{-tg\varphi+\sqrt{\frac{1}{cos^2\varphi}+\frac{2}{sin2\varphi}}}{1+\frac{2}{sin2\varphi}}=\frac{sin^2\varphi+\sqrt{sin\varphi(sin\varphi+cos\varphi)}}{1+sin\varphi\times cos\varphi};$$

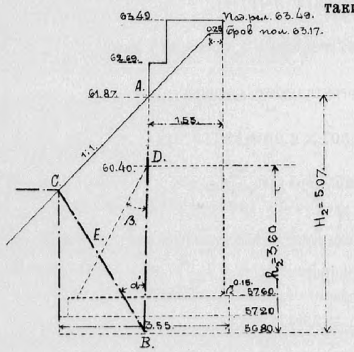
$\varphi=32^0$, $sin\varphi=0{,}52992$, $cos\varphi=0{,}84805$;

$$tg\alpha'=\frac{-(0{,}52992)^2+\sqrt{0{,}52992\times(0{,}52992+0{,}84805)}}{1+0{,}52992\times0{,}84805}=\frac{-0{,}2808+0{,}8545}{1{,}4494}=\frac{0{,}5737}{1{,}4494}=$$

$=0{,}39582$;

$\alpha'=21^0 35'40{,}89''$, $sin\alpha'=0{,}36804$.

Величину распора E найдемъ какъ разность давленій призмъ ABC и DBE.



Вѣсъ призмы ABC, какъ выведено выше, выражается такимъ образомъ:

$$p=\frac{\gamma H_2^2}{2}\times\frac{sin\alpha}{cos(\alpha'-\omega)}\times cos\omega\times A.$$

Вѣсъ призмы DBE:

$$p_1=\frac{\gamma h_2^2 sin\alpha' sin\beta}{2sin(\alpha'+\beta)}\times A.$$

Сила распора:

$$E_2=E_2'-E_2''.$$

Высота откоса H_2 равняется разности отмѣтокъ:

$$61{,}87-56{,}80=5{,}07 \text{ саж.}$$

$$cos(\alpha'-\omega)=cos23^0 24'19{,}11''=0{,}91772;$$

A = ширина устоя = 2,00 саж.;

$cos\omega=cos45^0=0{,}70711$;

$tg(\alpha'+\varphi)=tg53^0 35'40{,}89''=1{,}35571$.

Распоръ:

$$E_2'=\frac{p}{tg(\alpha'+\varphi)}=\frac{1000\times5{,}07^2\times0{,}36804\times0{,}70711\times2{,}00}{2\times0{,}91772\times1{,}35571}=\frac{13379{,}131}{2{,}48832}=5377 \text{ пуд.}$$

$tg\beta=0{,}51786$; $\beta=27^0 22'38{,}86''$; $sin\beta=0{,}45985$;

$\alpha'+\beta=48^0 58'19{,}75''$; $sin(\alpha'+\beta)=0{,}75439$;

h_2 = разности отмѣтокъ;

$h_2=60{,}40-56{,}80=3{,}60$ саж.

Распоръ:

$$E_2''=\frac{p}{tg(\alpha'+\varphi)}=\frac{1000\times3{,}60^2\times0{,}36804\times0{,}45985\times2{,}00}{2\times0{,}75439\times1{,}35571}=\frac{4386{,}684}{2{,}04547}=2145 \text{ пуд.}$$

Такимъ образомъ.

$$E=E_2'-E_2''=5377-2145=3232 \text{ пуд.}$$

Плечо распора призмы ABC:

$$e_2'=\frac{1}{3}H_2=\frac{1}{3}\times5{,}07=1{,}69 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$m_2'=E_2'e_2'=5377\times1{,}69=9087 \text{ пуд.}$$

Плечо распора призмы DBE:

$$e_2''=\frac{1}{3}h_2=\frac{1}{3}\times3{,}60=1{,}20 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$m_2''=E_2''e_2''=2145\times1{,}20=2574 \text{ пудо-саж.}$$

Слѣдовательно, моментъ откоса передъ устоемъ:

$$m_2=m_2'-m_2''=9087-2574=6513 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая горизонтальныхъ силъ:

$$E_0=E_1-E_2=15778-3232=12546 \text{ пудо-саж.}$$

Сумма моментовъ:

$$M_0=m_1-m_2=37031-6513=30518 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей:

$$e_0=\frac{M_0}{E}=\frac{30518}{12546}=2{,}432 \text{ саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе устоя:

$$\vartheta=\frac{M}{M_0}=\frac{110334{,}30}{30518}=3{,}615.$$

II. Повѣрка устойчивости устоя на скольженіе по площади основанія.

Коэффиціентъ устойчивости по отношенію скольженія:

$$\eta=\frac{Q\times f}{E_0} \text{ долженъ быть болѣе единицы;}$$

f—коэффиціентъ тренія кладки о песокъ.

Принимая f равнымъ 0,57 и подставивъ численныя значенія, найдемъ:

$$\eta=\frac{53961{,}90\times0{,}57}{12546}=\frac{30758{,}283}{12546}=2{,}451.$$

III. Давленіе на грунтъ.

Среднее давленіе отъ вѣса устоя на кв. дюймъ площади основанія равно:

$$\triangle=\frac{Q}{\omega}=\frac{53961,90}{2,50\times3,55\times7056}=\frac{53961,90}{62622}=0,861\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Наибольшее давленіе на кв. дюймъ грунта нижняго основанія при совмѣстномъ дѣйствіи вертикальной и горизонтальной силъ опредѣляется по формулѣ неравномѣрнаго сжатія:

$$N=\frac{Q}{\Omega}+\frac{Q\times a}{J}(z_0-y),\ \text{гдѣ:}$$

y—разстояніе сѣченія нижняго основанія, въ которомъ опредѣляется давленіе отъ передняго ребра. Изъ формулы видно, что наибольшее значеніе N будетъ въ переднемъ ребрѣ, т. е., когда $y=0$:

$$N_{max}=\frac{Q}{\Omega}+\frac{Q\times a}{J}\times z_0,\ \text{гдѣ:}$$

Q—вертикальное давленіе=54320,70 пуд.;

Ω—площадь основанія устоя=8,875 кв. саж.=62622 кв. дюйм.;

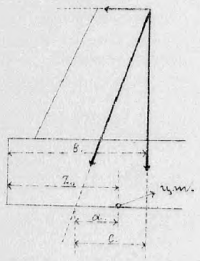
z_0—разстояніе центра тяжести нижняго основанія отъ его передняго ребра;

$$z_0=\frac{3,55}{2}=1,775\ \text{саж.};$$

b—плечо силы тяжести относительно передняго ребра:

$$b=\frac{M}{Q}=\frac{110334,30}{53961,90}=2,044\ \text{саж.};$$

a—разстояніе центра давленія въ плоскости основанія устоя до центра тяжести площади основанія:



$$a=z_0-(b-c);$$

$(b-c)$—разстояніе центра давленія отъ передняго ребра основанія устоя;

b—разстояніе отъ точки пересѣченія основанія съ направленіемъ силы Q до центра давленія:

$$c=e_0\times tg\alpha,\ \text{но}\ tg\alpha=\frac{E_0}{Q};$$

$$c=2,432\times\frac{12546}{53961,90}=0,565\ \text{саж.};$$

$$b-c=2,044-0,565=1,479\ \text{саж.}$$

Ширина основанія 3,55 саж.:

$$b-c=1,479>\frac{1}{3}\times3,55>1,183\ \text{саж.},$$

т. е. давленіе не выходитъ изъ средней трети.

Далѣе найдемъ:

$$a=z_0-(b-c)=1,775-(2,044-0,565)=0,296\ \text{саж.}$$

J—моментъ инерціи основанія относительно оси, проходящей чрезъ центръ тяжести параллельно переднему ребру:

$$J=\frac{bh^3}{12}=\frac{2,50\times3,55^3}{12}=9,321\ \text{саж.}^4$$

Подставляя численныя значенія въ формулу:

$$N_{max}=\frac{Q}{\Omega}+\frac{Q\times a}{J}\times z_0,\ \text{получаемъ:}$$

$$N_{max}=\frac{53961,90}{8,875}+\frac{53961,90\times0,296\times1,775}{9,321}=6080,214+3071,344=9151,558\backsim9152\ \frac{\text{пуд.}}{\text{саж.}^2},$$

что составляетъ $\frac{9151,558}{7056}=1,296$ пуд. на кв. дюймъ.

Наименьшее давленіе, въ заднемъ ребрѣ, опредѣлимъ по формулѣ:

$$N_{min}=\frac{Q}{\omega}-\frac{Q\times a}{J}\times(y-z_0),\ \text{гдѣ:}$$

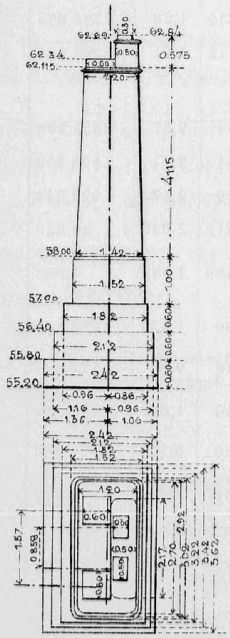
y—ширина основанія=3,55 саж.;

$$N_{min}=\frac{53961,90}{8,875}-\frac{53961,90\times0,296\times1,775}{9,321}=6080,214-3071,344=3008,870\ \frac{\text{пуд.}}{\text{саж.}^2}=$$
$$=0,426\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}>0.$$

Полученное давленіе $N_{max}=1,296\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$ менѣе допускаемаго для грунта (плотная желтая глина).

Такимъ образомъ прочность устоя обезпечена во всѣхъ отношеніяхъ.

Въ случаѣ же, если бы по освидѣтельствованіи котлована грунтъ основанія оказался бы недостаточно плотнымъ, подъ основаніе каждаго устоя потребуется забить 50 шт. свай, по 6 штукъ въ продольномъ ряду.



Среднее давленіе на сваю:

$$p=\frac{53961,90}{50}=1079\ \text{пуд.}$$

Наибольшее давленіе при разстояніи между передними рядами въ 0,31 саж.

$$p_0=\frac{9152\times0,31\times2,50}{6}=1182\ \text{пуд.}$$

Соотвѣтственно чему и опредѣляется отказъ при забивкѣ свай.

Быкъ.

Промежуточная опора поддерживаетъ концы фермъ, перекрывающихъ средній 20 саж. пролетъ и крайній 4-хъ саж. пролетъ.

Отмѣтка подошвы рельса . . . . . 63,49.

„ подферменнаго камня 20 саж. фермы . . 62,34.

„ подферменнаго камня 4 саж. фермы . . . 62,84.

„ подошвы основанія Московскаго быка . . 55,20.

Кромѣ вертикальной нагрузки быкъ подвергается еще распору земли откоса передъ устоемъ.

I. Повѣрка устойчивости быка.

(Плечи взяты относительно наружнаго ребра нижняго основанія).

№№	Вертикальныя силы.	Вѣсъ.	Плечо.	Моментъ пудо-саж.
1	Наибольшее опорное давленіе 20 саж. фермы:			
	$6828{,}48\times 1/2=$	3414,24	1,16	3960,518
2	Наибольшее опорное давленіе 4-хъ саж. фермы:			
	$390{,}90\times 1/2=$	195,45	1,66	324,447
3	Подферменные камни:			
	1) $0{,}30\times 0{,}50\times 0{,}15\times 2\times 1300=$	58,50	1,70	99,45
	2) $0{,}60\times 0{,}60\times 0{,}225\times 2\times 1300=$	210,60	1,06	223,236
4	Стѣнка для подфермениковъ 4-хъ саж. фермы:			
	$2{,}17\times 0{,}50\times 0{,}575\times 1300=$	811,038	1,71	1386,875
5	Каменная кладка:			
	$1/3\times[1{,}20\times 2{,}70+1{,}42\times 2{,}92+\sqrt{1{,}20\times 2{,}70}\times$ $\times 1{,}42\times 2{,}92]4{,}115\times 1300=$	19707	1,36	26801,52
6	$1{,}52\times 3{,}02\times 1{,}00\times 1300=$	5967,52	1,36	8115,827
7	$1{,}82\times 3{,}22\times 0{,}60\times 1300=$	4571,112	1,31	5988,157
8	$2{,}12\times 3{,}42\times 0{,}60\times 1300=$	5655,312	1,26	7125,693
9	$2{,}42\times 3{,}62\times 0{,}60\times 1300=$	6833,112	1,21	8268,066
	Давленіе земли на обрѣзы фундамента:			
10	$0{,}10\times 2{,}72\times 3{,}62\times 1000=$	984,64	2,37	2333,596
11	$0{,}10\times 2{,}02\times 3{,}42\times 1000=$	690,84	2,27	1568,206
12	$0{,}10\times 1{,}33\times 3{,}22\times 1000=$	428,26	2,17	929,324
13	$0{,}05\times 0{,}265\times 3{,}02\times 1000=$	40,015	2,045	80,830
14	$2\times 0{,}05\times \frac{(0{,}223)^2}{2}\times 1000=$	2,486	1,952	4,852
15	$2\times 0{,}10\times \frac{(1{,}268)^2}{2}\times 1000=$	126,80	1,652	209,473
16	$0{,}20\times 3{,}42\times 0{,}60\times 1000=$	410,40	0,30	123,12
17	$2\times 0{,}10\times\left(1{,}82\times 0{,}60+\frac{(1{,}368)^2}{2}\right)\times 1000=$ . . .	415,40	1,519	615,802
18	$0{,}20\times 3{,}62\times 1{,}20\times 1000=$	868,80	0,10	86,880
19	$2\times 0{,}10\times\left(2{,}12\times 1{,}20+\frac{(1{,}468)^2}{2}\right)\times 1000=$ . . .	724,30	1,437	1040,819
	$Q=\Sigma p$	52105,825	—	69286,691

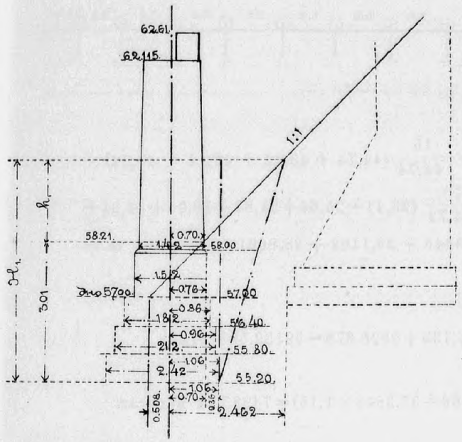
Вѣсъ быка:

$$Q=52105{,}825-(3414{,}24+195{,}45)=48496{,}135 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса быка:

$$M_1=69286{,}691-3960{,}518+324{,}447)=65001{,}726 \text{ пудо-саж.}$$

Горизонтальное усиліе, дѣйствующее на быкъ, получается отъ распора земли откоса передъ устоемъ, стремящагося опрокинуть или сдвинуть быкъ въ сторону русла.



Для опредѣленія распора воспользуемся формулой:

$$E=1/2\gamma\left\{H_1^2 tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)-h_1^2 tg45^0\right\}\times$$

$$\times\, tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)A;$$

γ—вѣсъ куб. саж. земли$=1000$ пуд.;

$$tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=tg27^0 30'=0{,}52057;$$

A—ширина быка;

$$A=\frac{1}{3{,}01}\left\{0{,}21\times\left(\frac{2{,}92+2{,}90}{3}\right)+\right.$$

$$+1{,}00\times 3{,}02+0{,}60\times 3{,}22+$$

$$\left.+0{,}60\times 3{,}42+0{,}60\times 3{,}62\right\}=$$

$$=3{,}252 \text{ саж.;}$$

h_1—высота откоса опредѣлится изъ формулы:

$$h_1\times tg45^0=(h_1+3{,}01)tg27^0 30'+0{,}36, \text{ откуда:}$$

$$h_1=\frac{0{,}36+3{,}01\times 0{,}52057}{1-0{,}52057}=\frac{1{,}927}{0{,}47943}=4{,}02 \text{ саж.;}$$

$$H_1=3{,}01+4{,}02=7{,}03 \text{ саж.;}$$

$$E=500[(7{,}03)^2\times 0{,}52057-(4{,}02)^2]\times 0{,}52057+3{,}252=500\times 9{,}647\times 1{,}693 \text{ пудо-саж.;}$$

$$e=\frac{H_1-h_1}{3}=\frac{7{,}03-4{,}02}{3}=1{,}00 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$M_2=Ee=8166\times 1{,}00=8166 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе беремъ въ наиболѣе опасномъ случаѣ, когда фермы не поставлены на опорѣ и устойчивость зависитъ единственно отъ вѣса быка:

$$\vartheta=\frac{M_1}{M_2}=\frac{65001{,}726}{9205{,}660}=7{,}06.$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$\eta=\frac{F}{E}$, гдѣ F—сила тренія равна fQ;

f—коэффиціентъ тренія$=0{,}74$ кладки по скалистому грунту;

$$\eta=\frac{F}{E}=\frac{0{,}74\times 48496{,}135}{8166}=\frac{35887{,}399}{8166}=4{,}39.$$

II. Давленіе быка на основаніе слагается изъ:

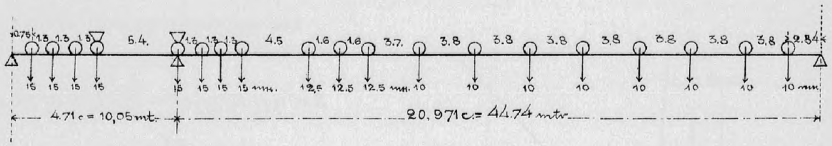
1) Вѣсъ фермъ 3414,24 пуд. для 20 саж. пролета.

„ „ 195,45 „ „ 4 „ „

2) Вѣсъ быка:

$$Q = 48496,135 \text{ пуд.}$$

3) Реакція опоры при наиболѣе невыгодномъ расположеніи временной нагрузки, какъ указано на схемѣ:



$$A = \frac{15}{10,05}(4,65 + 3,35 + 2,05 + 0,75) + \frac{15}{44,74}(44,74 + 43,44 + 42,14 + 40,84) +$$
$$+ \frac{12,5}{44,74}(36,34 + 34,74 + 33,14) + \frac{10}{44,74}(29,44 + 25,64 + 21,84 + 18,04 + 14,24 +$$
$$+ 10,44 + 6,64 + 2,84) = 16,1194 + 57,3848 + 29,1182 + 28,8601 = 131,4825 \text{ тн.} =$$
$$= 8026,678 \text{ пуд.}$$

Сумма вѣсовъ:

$$Q_0 = 3414,24 + 195,45 + 48496,135 + 8026,678 = 59132,503 \text{ пуд.}$$

Сумма моментовъ:

$$M_0 = 69286,691 + 61,046(16,1194 \times 1,66 + 57,3848 \times 1,16) = 74983,24 \text{ пудо-саж.}$$

Площадь основанія быка:

$$\Omega = 2,42 \times 3,62 = 8,76 \text{ саж.}^2$$

Давленіе на 1 кв. дюймъ:

$$N = \frac{59132,503}{8,76 \times 7056} = \frac{59132,503}{61813,38} = 0,956 \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Для лучшаго удостовѣренія въ прочности и устойчивости быка, сдѣлаемъ повѣрку давленія на грунтъ по формулѣ неравномѣрнаго сжатія:

$$N = \frac{Q}{\Omega} + \frac{Q \times a}{J} \times (z - y), \text{ гдѣ:}$$

y—разстояніе сѣченія нижняго основанія, въ которомъ опредѣляется давленіе отъ передняго ребра.

Наибольшее давленіе основанія на грунтъ (въ переднемъ ребрѣ при $y = 0$) опредѣлимъ по формулѣ:

$$N_{max} = \frac{Q}{\Omega} + \frac{Q \times a}{J} \times z_0.$$

Q—сила тяжести $= 59132,5$ пуд.;

Ω—площадь нижняго основанія $= 8,76$ саж.^{2};

z_0—разстояніе центра тяжести нижняго основанія отъ передняго ребра:

$$z_0 = \frac{2,42}{2} = 1,21 \text{ саж.};$$

a—разстояніе центра давленія отъ центра тяжести,—найдется слѣдующимъ образомъ.

Пусть b—плечо вертикальной силы P относительно передняго ребра:

$$b = \frac{M_0}{Q_0} = \frac{74983,24}{59132,503} = 1,26 \text{ саж.}$$

Вертикальная и горизонтальная силы, дѣйствующія на устой, даютъ равнодѣйствующую R, наклонную къ плоскости основанія.

Разстояніе c между точками пересѣченія съ плоскостью основанія силъ R и Q_0 опредѣлится какъ катетъ прямоугольнаго треугольника, у котораго другой катетъ будетъ плечо e силы распора, а противолежащій уголъ образуется направленіемъ равнодѣйствующей R и направленіемъ вертикальной силы Q_0:

$$c = e \times \frac{E}{Q_0} = 1,00 \times \frac{8166}{59132,503} = 0,138 \text{ саж.}$$

Тогда a найдется слѣдующимъ образомъ:

$(b - c)$—разстояніе центра давленія отъ передняго ребра, слѣдовательно разстояніе центра давленія отъ центра тяжести:

$$a = z - (b - c) = 1,21 - (1,26 - 0,138) = 0,088.$$

J—моментъ инерціи площади нижняго основанія относительно оси, проходящей чрезъ центръ тяжести, параллельно переднему ребру:

$$J = \frac{b'h^3}{12} = \frac{3,62 \times 2,42^3}{12} = 4,261 \text{ саж.}^4$$

Подставляя найденныя значенія въ формулу:

$$N = \frac{Q_0}{\Omega} + \frac{Q_0 \times a}{J} \times z_0, \text{ получимъ:}$$

$$N = \frac{59132,5}{8,76} + \frac{59132,5 \times 0,088 \times 1,21}{4,261} = 6750 + 1487 = 8237 \frac{\text{пуд.}}{\text{саж.}^2},$$

что составляетъ на 1 кв. дюймъ 1,167 пуд.

Наименьшее давленіе (въ заднемъ ребрѣ) получимъ, вставивъ въ формулу значеніе:

$$y = 2,42 \text{ саж.}$$

Въ такомъ случаѣ:

$$N_{min} = \frac{59132,5}{8,76} - \frac{59132,5 \times 0,088 \times 1,21}{4,261} = 6750 - 1487 = 5263 \frac{\text{пуд.}}{\text{саж.}^2} > 0.$$

Разстояніе центра давленія отъ передняго ребра:

$$b - c = 1,26 - 0,138 = 1,122 > {}^1/_3 2,42.$$

Слѣдовательно, равнодѣйствующая въ самомъ невыгодномъ случаѣ не выходитъ изъ средней трети.

Такимъ образомъ, прочность и устойчивость быка обезпечены во всѣхъ отношеніяхъ.

За Главнаго Инженера *А. Мурзо.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Б. Беккеръ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Показанный на семъ чертежѣ проектъ опоръ моста утвержденъ Департаментомъ жел. дорогъ по докладу отъ 20-го Іюня 1898 г. № 1100 съ тѣмъ, чтобы:

1) глубина заложенія фундаментовъ береговыхъ быковъ въ скалѣ была принята по соглашенію съ Инспекціею;

2) типъ основаній столбовъ въ толщѣ насыпи, а равно глубина ихъ заложенія были одобрены Инспекціею, при чемъ эта глубина была принята не менѣе 0,75 саж. ниже меженняго горизонта;

3) береговые быки и столбы въ толщѣ насыпи каждой изъ опоръ были соединены другъ съ другомъ поперечными стѣнками высотою 0,50 саж. выше горизонта высокихъ водъ и толщиною не менѣе 0,75 саж. при глубинѣ заложенія ихъ основаній по соглашенію съ Инспекціею.

Подписалъ: За Директора Вѣрженскій.

Скрѣпилъ: Дѣлопроизводитель Мацѣевскій.

На копіи написано:

Вѣрно: Помощникъ Дѣлопроизводителя Яковлевъ.

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ

Къ проекту, утвержденному по журналу Инженернаго Совѣта отъ 3 и 10 Декабря 1897 г. № 230.

132

(Условія утвержденія см. въ концѣ записки).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

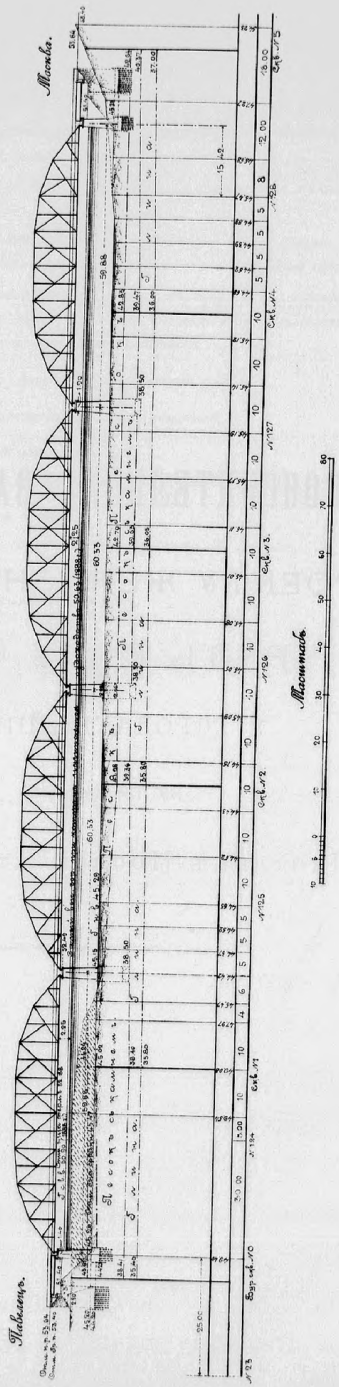
КЪ ПРОЕКТУ ЖЕЛѢЗНАГО МОСТА

ЧРЕЗЪ РѢКУ ОКУ

У ГОРОДА КАШИРЫ

на 138 верстѣ

Павелецъ-Московской линіи.



Общій видъ моста отъ 233,32 саж. чрезъ р. Оку, у г. Каширы, на 138 верстѣ Павелецъ-Московской линіи.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ОКУ у гор. Каширы

на 138 верстѣ

Павелецъ-Московской линіи.

Въ городѣ Каширѣ на р. Окѣ имѣется водомѣрный постъ, на которомъ производятся съ 1882 года ежедневныя наблюденія надъ высотою воды въ рѣкѣ. По даннымъ этого поста, сообщеннымъ Помощникомъ Начальника Рязанскаго Отдѣленія и Инспектора Судоходства по Отдѣленію, найдены слѣдующія отмѣтки горизонтовъ воды подъ мостомъ:

1) Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ, наблюденный въ 1888 году . . . . . 50,90.

2) Самый высокій горизонтъ, при которомъ появляется первое судно или плотъ, наблюденный въ 1888 году . . . . . 50,63.

3) Горизонтъ самаго низкаго весенняго ледохода, наблюденный въ 1891 году. . . . 46,72.

4) Горизонтъ самаго низкаго осенняго ледохода, наблюденный въ 1894 году . . . . 45,56.

5) Самый низкій горизонтъ водъ, наблюденный въ 1892 году . . . . . 45,29.

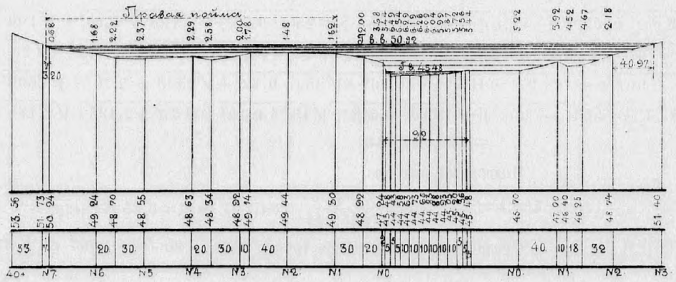
6) Отмѣтка нуля водомѣрной рейки поста, находящагося въ гор. Каширѣ, въ разстояніи 1300 саж. отъ моста выше по теченію . . . . . 45,64.

Уклонъ весеннихъ водъ наблюдался въ нынѣшнемъ году 30 Марта и 1-го Апрѣля при двухъ горизонтахъ, отмѣтки которыхъ подъ мостомъ 50,06 и 49,15, и получились слѣдующія значенія $i=0{,}0000715$ и $0{,}0000560$. При подсчетѣ наибольшаго расхода принято $i=0{,}000065$.

Для опредѣленія наибольшаго расхода были сняты профиля живыхъ сѣченій перпендикулярно къ направленію теченія весеннихъ водъ въ трехъ мѣстахъ: въ 250 саж. выше моста, по оси моста и въ 100 саж. ниже моста.

Живое сѣченіе рѣки Оки

250 саж. выше моста.



Правая пойма. При горизонтѣ высокихъ водъ 50,92.

Ширина поймы $l_1=303{,}20$ саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_1=\frac{3{,}20\times0{,}68}{2}+\frac{1{,}68+0{,}68}{2}\times50+\frac{1{,}68+2{,}22}{2}\times20+\frac{2{,}22+2{,}37}{2}\times30+$$

$$+\frac{2{,}37+2{,}29}{2}\times50+\frac{2{,}29+2{,}58}{2}\times20+\frac{2{,}58+2{,}00}{2}\times30+\frac{2{,}00+1{,}78}{2}\times$$

$$\times10+\frac{1{,}78+1{,}48}{2}\times40+\frac{1{,}48+1{,}62}{2}\times50=563{,}438 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1=\sqrt{3{,}20^2+0{,}68^2}+\sqrt{2500+1{,}00^2}+\sqrt{400+0{,}54^2}+\sqrt{900+0{,}15^2}+$$
$$+\sqrt{2500+0{,}08^2}+\sqrt{400+0{,}29^2}+\sqrt{900+0{,}58^2}+\sqrt{100+0{,}22^2}+$$
$$+\sqrt{1600+0{,}30^2}+\sqrt{2500+0{,}14^2}+1{,}62=304{,}923 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_1=\frac{\omega_1}{p_1}=\frac{563{,}438}{304{,}923}=1{,}848 \text{ саж.}=3{,}943 \text{ метр.}$$

Средняя скорость, до постройки моста, по *Ganguillet et Kutter*'у, принимая $n=0{,}025$:

$$v_1=c_1\sqrt{R_1 i},$$

$$\text{гдѣ: } c_1=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1}}}=\frac{86{,}846}{1+\frac{1{,}1712}{\sqrt{3{,}943}}}=48{,}334.$$

$$v_1=48{,}334\sqrt{3{,}943\times0{,}000065}=48{,}334\times0{,}0160=0{,}773 \text{ метр.}=0{,}362 \text{ саж.}$$

Расходъ по правой поймѣ:

$$Q_1=\omega_1 v_1=563{,}438\times0{,}362=203{,}964 \text{ куб. саж.}$$

Главное русло. При горизонтѣ высокихъ водъ 50,92.

Ширина главнаго русла $l_2=332{,}97$ саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_2=\frac{1{,}62+2{,}00}{2}\times30+\frac{2{,}00+3{,}68}{2}\times20+\frac{3{,}68+5{,}44}{2}\times2+\left(\frac{5{,}44}{2}+6{,}49+\right.$$
$$\left.+6{,}34+\frac{6{,}29}{2}\right)\times5+\left(\frac{6{,}29}{2}+6{,}19+6{,}26+6{,}09+6{,}04+5{,}99+\frac{5{,}87}{2}\right)\times$$
$$\times10+\left(\frac{5{,}87}{2}+5{,}72+5{,}56+\frac{5{,}44}{2}\right)\times5+\frac{5{,}44+5{,}22}{2}\times50+\frac{5{,}22+3{,}92}{2}\times$$
$$\times40+\frac{3{,}92+4{,}52}{2}\times10+\frac{4{,}52+4{,}67}{2}\times18+\frac{4{,}67+2{,}18}{2}\times32+$$
$$+\frac{2{,}18\times40{,}97}{2}=1393{,}337 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2=1{,}62+\sqrt{900+0{,}38^2}+\sqrt{400+1{,}68^2}+\sqrt{4+1{,}76^2}+\sqrt{25+1{,}05^2}+$$
$$+\sqrt{25+0{,}15^2}+\sqrt{25+0{,}05^2}+\sqrt{100+0{,}10^2}+\sqrt{100+0{,}07^2}+$$
$$+\sqrt{100+0{,}17^2}+2\sqrt{100^2+0{,}05^2}+\sqrt{100+0{,}12^2}+\sqrt{25+0{,}15^2}+$$
$$+\sqrt{25+0{,}16^2}+\sqrt{25+0{,}12^2}+\sqrt{2500+0{,}22^2}+\sqrt{1600+1{,}30^2}+$$
$$+\sqrt{100+0{,}60^2}+\sqrt{18^2+0{,}15^2}+\sqrt{32^2+2{,}49^2}+\sqrt{2{,}18^2+40{,}97^2}=$$
$$=335{,}640 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_2=\frac{1393{,}337}{335{,}640}=4{,}151 \text{ саж.}=8{,}8566 \text{ метр.}$$

Средняя скорость, до постройки моста, по *Ganguillet et Kutter*'у, принимая $n=0{,}025$:

$$v_2=c_2\sqrt{R_2 i},$$

$$\text{гдѣ: } c_2=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2}}}=\frac{86{,}846}{1+\frac{1{,}1712}{\sqrt{8{,}8566}}}=\frac{86{,}846}{1{,}3935}=62{,}322.$$

$$v_2=62{,}322\sqrt{8{,}8566\times0{,}000065}=1{,}496 \text{ метр.}=0{,}701 \text{ саж.}$$

Расходъ по главному руслу:

$$Q_2=\omega_2 v_2=976{,}729 \text{ куб. саж.}$$

Въ живомъ сѣченіи 250 саж. выше моста при горизонтѣ высокихъ водъ 50,92.

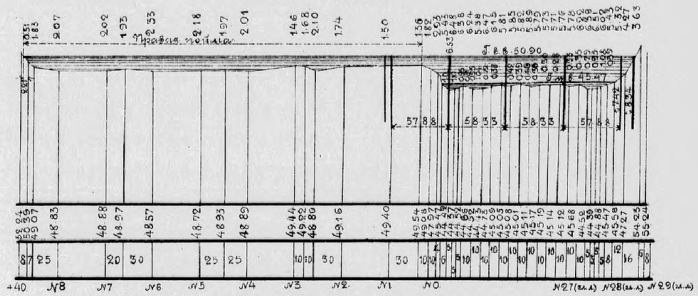
Площадь живого сѣченія:

$$\omega=\omega_1+\omega_2=563{,}438+1393{,}337=1956{,}775 \text{ кв. саж.}$$
$$Q=Q_1+Q_2=203{,}964+976{,}729=1180{,}693 \text{ куб. саж.}$$

$$\text{Средняя скорость } v=\frac{1180{,}693}{1956{,}775}=0{,}603 \text{ саж.}$$

Живое сѣченіе рѣки Оки

по оси моста.



Правая пойма. При горизонтѣ высокихъ водъ 50,90.

Ширина поймы=414,21 саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_1'=\frac{0{,}51\times2{,}21}{2}+\frac{0{,}51+1{,}83}{2}\times7+\frac{1{,}83+2{,}07}{2}\times25+\frac{2{,}07+2{,}02}{2}\times50+$$
$$+\frac{2{,}02+1{,}93}{2}\times20+\frac{1{,}93+2{,}33}{2}\times30+\frac{2{,}33+2{,}18}{2}\times50+\frac{2{,}18+1{,}97}{2}\times$$
$$\times25+\frac{1{,}97+2{,}01}{2}\times25+\frac{2{,}01+1{,}46}{2}\times50+\frac{1{,}46+1{,}68}{2}\times10+$$
$$+\frac{1{,}68+2{,}10}{2}\times10+\frac{2{,}10+1{,}74}{2}\times30+\frac{1{,}74+1{,}50}{2}\times50+\frac{1{,}50+1{,}36}{2}\times$$
$$\times30=780{,}378 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1'=\sqrt{2{,}21^2+0{,}51^2}+\sqrt{49^2+1{,}32^2}+\sqrt{25^2+0{,}24^2}+\sqrt{2500+0{,}05^2}+$$
$$+\sqrt{400+0{,}09^2}+\sqrt{900+0{,}40^2}+\sqrt{2500+0{,}15^2}+\sqrt{25^2+0{,}21^2}+$$
$$+\sqrt{25^2+0{,}04^2}+\sqrt{2500+0{,}55^2}+\sqrt{100+0{,}22^2}+\sqrt{100+0{,}42^2}+$$
$$+\sqrt{900+0{,}36^2}+\sqrt{2500+0{,}24^2}+\sqrt{900+0{,}14^2}+1{,}36=$$
$$=415{,}771 \text{ кв. саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_1'=\frac{780{,}378}{415{,}771}=1{,}877 \text{ саж.}=4{,}005 \text{ метр.}$$

Средняя скорость, до постройки моста, по *Ganguillet et Kutter*'у, принимая $n=0{,}025$:

$$v_1'=c_1'\sqrt{R_1' i},$$

$$\text{гдѣ: } c_1'=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0{,}00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1'}}}=\frac{86{,}846}{1+\frac{1{,}1712}{\sqrt{4{,}005}}}=\frac{86{,}846}{1{,}5853}=48{,}474.$$

$$v_1'=48{,}474\sqrt{4{,}005\times0{,}000065}=0{,}780 \text{ метр.}=0{,}366 \text{ саж.}$$

Расходъ по правой поймѣ:

$$Q_1'=\omega_1' v_1'=780{,}378\times0{,}366=285{,}618 \text{ куб. саж.}$$

Главное русло. При горизонтѣ высокихъ водъ 50,90.

Ширина главнаго русла = 223,34 саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_2' = \left(\frac{1,36}{2} + 1,82 + \frac{2,93}{2}\right)\times 10 + \frac{2,93+5,43}{2}\times 4 + \frac{5,43+6,48}{2}\times 6 +$$
$$+ \frac{6,48+6,53}{2}\times 5 + \frac{6,53+6,38}{2}\times 5 + \frac{6,38+6,24}{2}\times 5 + \left(\frac{6,24}{2} + 5,38 +\right.$$
$$+ 6,47 + 6,15 + 5,81 + 5,85 + 5,82 + 5,89 + 5,79 + 5,73 + 5,71 + 5,76 +$$
$$\left. + 5,78 + \frac{6,22}{2}\right)\times 10 + \left(\frac{6,22}{2} + 6,38 + 6,51 + 6,02 + \frac{5,43}{2}\right)\times 5 +$$
$$+ \frac{5,43+5,32}{2}\times 8 + \frac{5,32+3,63}{2}\times 12 + \frac{3,63\times 8,34}{2} = 1187,662 \text{ кв. саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$p_2' = 1,36 + \sqrt{100+0,46^2} + \sqrt{100+1,11^2} + \sqrt{16+2,50^2} + \sqrt{36+1,05^2} +$$
$$+ \sqrt{25+0,05^2} + \sqrt{25+0,15^2} + \sqrt{25+0,12^2} + \sqrt{100+0,86^2} +$$
$$+ \sqrt{100+1,09^2} + \sqrt{100+0,42^2} + \sqrt{100+0,34^2} + \sqrt{100+0,04^2} +$$
$$+ \sqrt{100+0,03^2} + \sqrt{100+0,07^2} + \sqrt{100+0,10^2} + \sqrt{100+0,06^2} +$$
$$+ \sqrt{100+0,02^2} + \sqrt{100+0,05^2} + \sqrt{100+0,02^2} + \sqrt{100+0,44^2} +$$
$$+ \sqrt{25+0,16^2} + \sqrt{25+0,13^2} + \sqrt{25+0,49^2} + \sqrt{25+0,59^2} +$$
$$+ \sqrt{64+0,11^2} + \sqrt{144+1,69^2} + \sqrt{3,63^2+8,34^2} = 226,633 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_2' = \frac{1187,662}{226,633} = 5,2404 \text{ саж.} = 11,1809 \text{ метр.}$$

Средняя скорость, до постройки моста, по *Ganguillet et Kutter*'у, принимая $n = 0,025$:

$$v_2' = c_2'\sqrt{R_2' i},$$

$$\text{гдѣ: } c_2' = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2'}}} = \frac{86,846}{1 + \frac{1,1712}{\sqrt{11,1809}}} = \frac{86,846}{1,3503} = 64,316.$$

$$v_2' = 64,316\sqrt{11,1809\times 0,000065} = 1,730 \text{ метр.} = 0,811 \text{ саж.}$$

Расходъ по главному руслу:

$$Q_2' = \omega_2' v_2' = 1187,662\times 0,811 = 963,194 \text{ куб. саж.}$$

Въ живомъ сѣченіи по оси моста при горизонтѣ высокихъ водъ 50,90.

Площадь живого сѣченія:

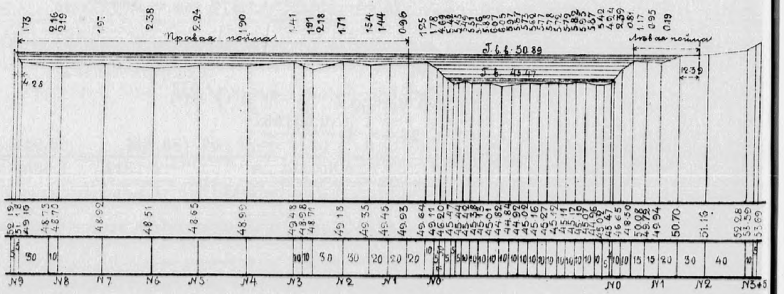
$$\omega' = \omega_1' + \omega_2' = 415,771 + 1187,662 = 1603,433 \text{ кв. саж.}$$

Расходъ $Q' = Q_1' + Q_2' = 285,618 + 963,194 = 1248,811$ куб. саж.

Средняя скорость $v' = \frac{1248,811}{1603,433} = 0,779$ саж.

Живое сѣченіе рѣки Оки

100 саж. ниже моста.



Правая пойма. При горизонтѣ высокихъ водъ 50,89.

Ширина поймы $l_1'' = 414,28$ саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_1'' = \frac{4,28\times 1,73}{2} + \frac{1,73+2,16}{2}\times 30 + \frac{2,16+2,19}{2}\times 10 + \frac{2,19+1,97}{2}\times 50 +$$
$$+ \frac{1,97+2,38}{2}\times 50 + \frac{2,38+2,24}{2}\times 50 + \frac{2,24+1,90}{2}\times 50 + \frac{1,90+1,41}{2}\times$$
$$\times 50 + \frac{1,41+1,91}{2}\times 10 + \frac{1,91+2,18}{2}\times 10 + \frac{2,18+1,71}{2}\times 30 +$$
$$+ \frac{1,71+1,54}{2}\times 30 + \frac{1,54+1,44}{2}\times 20 + \frac{1,44+0,96}{2}\times 20 = 796,252 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_1'' = \sqrt{1,73^2+4,28^2} + \sqrt{900+0,43^2} + \sqrt{100+0,03^2} + \sqrt{2500+0,22^2} +$$
$$+ \sqrt{2500+0,41^2} + \sqrt{2500+0,14^2} + \sqrt{2500+0,34^2} + \sqrt{2500+0,49^2} +$$
$$+ \sqrt{100+0,50^2} + \sqrt{100+0,27^2} + \sqrt{900+0,47^2} + \sqrt{900+0,17^2} +$$
$$+ \sqrt{400+0,10^2} + \sqrt{400+0,48^2} + 0,96 = 415,611 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_1'' = \frac{\omega_1''}{p_1''} = \frac{796,252}{415,611} = 1,916 \text{ саж.} = 4,088 \text{ метр.}$$

Средняя скорость, до постройки моста, по *Ganguillet et Kutter*'у, принимая $n = 0,025$:

$$v_1'' = c_1''\sqrt{R_1'' i},$$

$$\text{гдѣ: } c_1'' = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_1''}}} = \frac{86,846}{1 + \frac{1,1712}{\sqrt{4,088}}} = \frac{86,846}{1,5793} = 54,990.$$

$$v_1'' = 54,990\sqrt{4,088\times 0,000065} = 54,900\times 0,0163 = 0,896 \text{ метр.} = 0,420 \text{ саж.}$$

Расходъ по правой поймѣ:

$$Q_1'' = \omega_1'' v_1'' = 796,252\times 0,420 = 334,426 \text{ куб. саж.}$$

Главное русло. При горизонтѣ высокихъ водъ 50,89.

Ширина главнаго русла $l_2'' = 236,50$ саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_2'' = \frac{0,96+1,25}{2}\times 20 + \frac{1,25+1,78}{2}\times 10 + \frac{1,78+4,69}{2}\times 5 + \frac{4,69+5,42}{2}\times$$
$$\times 7,50 + \left(\frac{5,42}{2} + 5,45 + 5,49 + \frac{5,51}{2}\right)\times 5 + \left(\frac{5,51}{2} + 5,76 + 5,88 +\right.$$
$$+ 6,07 + 6,05 + 5,97 + 5,87 + 5,73 + 5,62 + 5,77 + 5,78 + 5,72 + 5,79 +$$
$$\left. + 5,82 + 5,93 + \frac{5,87}{2}\right)\times 10 + \frac{5,87+5,42}{2}\times 5 + \frac{5,42+4,24}{2}\times 4 +$$
$$+ \frac{4,24+2,39}{2}\times 10 + \frac{2,39+0,81}{2}\times 10 = 1144,208 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_2'' = 0,96 + \sqrt{400+0,29^2} + \sqrt{100+0,53^2} + \sqrt{25+2,91^2} + \sqrt{7,5^2+0,73^2} +$$
$$+ \sqrt{25+0,03^2} + \sqrt{25+0,04^2} + \sqrt{25+0,02^2} + \sqrt{100+0,25^2} +$$
$$+ \sqrt{100+0,12^2} + \sqrt{100+0,19^2} + \sqrt{100+0,02^2} + \sqrt{100+0,08^2} +$$
$$+ \sqrt{100+0,10^2} + \sqrt{100+0,14^2} + \sqrt{100+0,11^2} + \sqrt{100+0,15^2} +$$
$$+ \sqrt{100+0,01^2} + \sqrt{100+0,06^2} + \sqrt{100+0,07^2} + \sqrt{100+0,03^2} +$$
$$+ \sqrt{100+0,11^2} + \sqrt{100+0,06^2} + \sqrt{25+0,45^2} + \sqrt{16+1,18^2} +$$
$$+ \sqrt{100+1,85^2} + \sqrt{100+1,58^2} + 0,81 = 239,597 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_2''=\frac{1144,208}{239,597}=4,776 \text{ саж.}=10,1901 \text{ метр.}$$

Средняя скорость, до постройки моста, по *Ganguillet et Kutter*'у, принимая $n=0,025$:

$$v_2''=c_2''\sqrt{R_2''i},$$

$$\text{гдѣ: } c_2''=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_2''}}}=\frac{86,846}{1+\frac{1,1712}{\sqrt{10,1901}}}=\frac{86,846}{1,3669}=56,219.$$

$$v_2''=56,219\sqrt{10,1901\times0,000065}=1;447 \text{ метр.}=0,678 \text{ саж.}$$

Расходъ по главному руслу:

$$Q_2''=\omega_2''v_2''=1144.208\times0,678=775.773 \text{ куб. саж.}$$

Лѣвая пойма. При горизонтѣ высокихъ водъ 50,89.

Ширина поймы $l_3''=62,39$ саж.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega_3''=\left(\frac{0,81}{2}+1,17+\frac{0,95}{2}\right)\times15+\frac{0,95+0,19}{2}\times90+\frac{0,19\times12,39}{2}=$$
$$=43,327 \text{ кв. саж.}$$

Подводный периметръ:

$$p_3''=0,81+\sqrt{15^2+0,36^2}+\sqrt{15^2+0,22^2}+\sqrt{400+0,76^2}+\sqrt{12,39^2+0,19^2}=$$
$$=63,220 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R_3''=\frac{43,327}{63,220}=0,685 \text{ саж.}=1,462 \text{ метр.}$$

Средняя скорость, до постройки моста, по *Ganguillet et Kutter*'у, принимая $n=0,025$:

$$v_3''=c_3''\sqrt{R_3''i},$$

$$\text{гдѣ: } c_3''=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0,00155}{i}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R_3''}}}=\frac{86,846}{1+\frac{1,1712}{\sqrt{1,462}}}=\frac{86,846}{1,9687}=44,113.$$

$$v_3''=44,113\sqrt{1,462\times0,000065}=0,430 \text{ метр.}=0,202 \text{ саж.}$$

Расходъ по лѣвой поймѣ:

$$Q_3''+\omega_3''v_3''=43,327\times0,202=8,752 \text{ куб. саж.}$$

Въ живомъ сѣченіи 100 саж. ниже моста, при горизонтѣ высокихъ водъ 50,89.

Площадь живого сѣченія:

$$\omega''=\omega_1''+\omega_2''+\omega_3''=796,252+1144,208+43,327=1983,787 \text{ кв. саж.}$$

Расходъ:

$$Q''=Q_1''+Q_2''+Q_3''=334,426+775,773+8,752=1118,951 \text{ куб. саж.}$$

$$\text{Средняя скорость } v''=\frac{Q''}{\omega''}=\frac{1118,951}{1983,787}=0,564 \text{ саж.}$$

На основаніи вышеприведенныхъ вычисленій можемъ составить слѣдующую таблицу:

Живыя сѣченія.	Площадь живого сѣченія ω	Расходъ Q	Средняя скорость всего живого сѣченія. v_2	Средняя скорость въ главномъ руслѣ v
	кв. саж.	куб. саж.	саж.	саж.
Въ 250 саж. выше моста	1956,775	1180,693	0,603	0,701
По оси моста	1603,433	1248,811	0,779	0,811
Въ 100 саж. ниже моста	1983,787	1118,951	0,564	0,678

Для запаса примемъ данныя, полученныя для живого сѣченія по оси моста, т. е. назначимъ:

Наибольшій расходъ весеннихъ водъ . . . . . $Q=1245$ куб. саж.

Площадь живого сѣченія подъ мостомъ, до его постройки . . . . . $\omega=1604$ кв. саж.

Средняя скорость во всемъ живомъ сѣченіи, нестѣсненномъ мостомъ . . $v_2=0,780$ саж.

Средняя скорость въ главномъ руслѣ живого сѣченія, нестѣсненнаго мостомъ $v=0,811$ саж.

Проектируемъ желѣзный мостъ въ четыре пролета въ общей сложности отверстіемъ въ свѣту 233 сажени.

Площадь пропускного отверстія, при срѣзкѣ грунта до горизонта меженнихъ водъ, отмѣтка которыхъ 45,47, будетъ:

$$\Omega=\frac{1,05\times6}{2}+\left(\frac{1,05}{2}+1,10+0,95+\frac{0,81}{2}\right)\times5+\left(\frac{0,81}{2}+0,95+1,04+0,72+0,38+0,42+\right.$$
$$\left.+0,39+0,46+0,36+0,30+0,28+0,33+0,35+\frac{0,79}{2}\right)\times10+\left(\frac{0,79}{2}+0,95+1,08+0,59\right)\times$$
$$\times5-3\times2\times0,60+(50,90-45,47)\left[2(59,88+60,33)-1,70-3\times2,00\right]=1361 \text{ кв. саж.}$$

При чемъ принято: ширина берегового быка 1,70 саж. и ширина рѣчного быка 2,00 саж.

Рабочая площадь живого сѣченія подъ мостомъ равна:

$$\mu\Omega=0,90\times1361=1225 \text{ кв. саж.},$$

гдѣ: $\mu=0,90$ есть коэффиціентъ сжатія струи.

Слѣдовательно, въ самомъ началѣ, послѣ постройки моста, средняя скорость подъ мостомъ будетъ:

$$v=\frac{Q}{\mu\Omega}=\frac{1245}{1225}=1,016 \text{ саж.}$$

До постройки моста средняя скорость въ главномъ руслѣ была 0,811 саж. По всей вѣроятности увеличеніе средней скорости послѣ постройки моста вызоветъ размывъ песчанаго дна и надо предполагать, что размывъ остановится тогда, когда рабочая площадь подъ мостомъ увеличится на столько, что средняя скорость подъ мостомъ уменьшится съ 1,016 саж. до 0,811 саж. и вмѣстѣ съ тѣмъ средняя глубина подъ мостомъ увеличится:

$$\text{съ } \frac{1361}{233}=5,84 \text{ саж. до } \frac{1245}{0,90\times233\times0,811}=\frac{1245}{170,14}=7,32 \text{ саж.}$$

Слѣдовательно средняя величина глубины размыва будетъ равна: 7,32—5,84=1,48 саж. или средняя отмѣтка дна послѣ размыва будетъ равна: 50,90—7,32=43,58.

Такъ какъ въ предѣлахъ моста до начала размыва наибольшая глубина была равна: $50{,}90-44{,}37=6{,}53$ саж. и она была больше средней глубины на $\frac{6{,}53}{5{,}84}=1{,}12$, то принимая, что это отношеніе будетъ имѣть мѣсто и послѣ размыва, мы найдемъ, что наименьшая отмѣтка дна рѣки послѣ размыва будетъ равна: $50{,}90-1{,}12\times7{,}32=50{,}90-8{,}20=42{,}70$.

На основаніи этого можемъ съ увѣренностью предсказать, что послѣ постройки моста весенними водами вынесетъ весь слой песка и размывъ остановится на слоѣ песка съ камнемъ, который начинается примѣрно на отмѣткѣ 42,70.

Отверстіе, принятое нами въ 233 саж. болѣе чѣмъ достаточно, если сдѣлать повѣрку по сосѣднимъ мостамъ, построеннымъ чрезъ ту же рѣку.

Въ Серпуховѣ, выше по теченію, выстроенъ мостъ Московско-Курской жел. дороги отверстіемъ 211 саж., бассейнъ котораго, опредѣленный по 10-ти верстной картѣ, равенъ 56042 кв. версты.

Въ Коломнѣ, ниже по теченію, находится желѣзнодорожный мостъ Общества Московско-Казанской жел. дороги, отверстіемъ 242,60 саж., бассейнъ котораго, опредѣленный по 10-ти верстной картѣ, равенъ 63382 кв. версты.

Такъ какъ бассейнъ нашего моста у Каширы, опредѣленный на той же картѣ, равенъ 58462, то пролетъ для Каширнаго моста по сравненію съ двумя сосѣдними мостами получится:

$$211{,}00+\frac{(242.60-211{,}00)\times(58462-56042)}{63382-56042}=211+\frac{31{,}60\times2420}{7340}=211{,}00+10{,}42=221{,}42\text{ с.},$$

т. е. меньше принятаго на $233-221{,}42=11{,}58$ саж.

Принятое отверстіе моста не только достаточно, но и представляетъ излишекъ противъ необходимаго, что можно подтвердить еще данными циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 11-го Ноября 1877 года за № 11230, такъ какъ по таблицѣ Инженера Бѣлинскаго для площади бассейна р. Оки у г. Каширы въ 58462 кв. версты, необходимая площадь отверстія:

$$\Omega'=58462\times0{,}0075=438{,}47\text{ кв. саж.},$$

почти втрое менѣе принятой 1361 кв. саж.

Величина отверстія моста у Каширы, вычисленная на основаніи таблицы Инженера Бѣлинскаго, получится:

$$l=\frac{438{,}47}{0{,}90\left(6{,}53-\frac{1{,}10}{3}\right)}=\frac{438{,}47}{0{,}90\times6{,}16}=\frac{438{,}47}{5{,}54}=79{,}15\text{ саж.},$$

гдѣ 6,53 наибольшая глубина весеннихъ водъ и 1,10 наибольшая глубина меженнихъ водъ.

Вмѣсто отверстія, принятаго нами въ 233 саж., мы получили 79,15 саж.

Несогласіе это слѣдуетъ приписать чрезмѣрно высокому горизонту самыхъ высокихъ весеннихъ водъ р. Оки, вызываемому большими зажорами, которыя, по заявленію г. Помощника Судоходства, имѣютъ мѣсто на этой рѣкѣ. Въ Управленіи Московско-Курской жел. дороги имѣются данныя на счетъ наибольшаго живого сѣченія подъ мостомъ чрезъ р. Оку у гор. Серпухова съ 1882 года по нынѣшній годъ. Изъ этихъ свѣдѣній видно, что наибольшее живое сѣченіе изъ всѣхъ измѣренныхъ было весною 1888 года и опредѣлилось въ 1148,15 кв. саж., между тѣмъ по формуламъ Инженера Бѣлинскаго площадь живого сѣченія подъ мостомъ получается:

$56042\times0{,}075=420{,}32$ кв. саж., т. е. въ $\frac{1148{,}15}{420{,}32}=2{,}68$ раза менѣе дѣйствительно наблюденной.

Если ввести эту поправку при опредѣленіи отверстія нашего моста, то по формулѣ Инженера Бѣлинскаго, исправленной на основаніи данныхъ, полученныхъ по наблюденіямъ надъ проходомъ высокихъ водъ подъ мостомъ чрезъ р. Оку у гор. Серпухова, отверстіе моста чрезъ р. Оку у Каширы получится:

$$l=79{,}15\times2{,}68=212{,}12\text{ саж.},$$

т. е. меньше принятаго на $233-212{,}12=20{,}88$ саж.

Опредѣленіе глубины заложенія по Паукеру.

Объемъ рѣчного быка съ ледорѣзомъ состоитъ изъ слѣдующихъ объемовъ:

1) подферменныхъ камней $4\times1\times0{,}90\times0{,}25$ . . . . . $=0{,}90$

2) части быка отъ подферменной площадки до верхней части ледорѣза (отм. 51,40):
$[\pi(0{,}95)^2+1{,}90\times3{,}35]\times0{,}76$ . . . . . $=6{,}99$

3) части быка отъ отм. 51,40 до отм. 45,56:

$$\left[\left(\frac{\pi(1{,}14)^2}{2}+2{,}28\times3{,}50+\frac{2{,}28+1{,}50}{2}\times5.65+\frac{1{,}50\times1{,}15}{2}\right)+[\pi(0{,}95)^2+1{,}90\times3{,}35]\right]\times$$

$$\times\frac{5{,}84}{2}=(21{,}56+9{,}20)\times2{,}92\ \ldots\ldots\ldots\ldots=89{,}83$$

4) части быка отъ отмѣтки 45,56 до отмѣтки 45,15. . . . . $21{,}56\times0{,}41.=8{,}84$

5) фундамента отъ отмѣтки 45,15 до отмѣтки 38,50:

$$\left(\frac{\pi(1{,}34)^2}{2}+2{,}68\times6{,}90+\frac{2.68+1{,}80}{2}\times2{,}60+\frac{\pi(0{,}90)^2}{2}\times6{,}65\ \ldots\ldots\ldots=188{,}92\right.$$

Итого куб. саж. . . . . 295,48.

Принимая наибольшую нагрузку на верхнюю часть быка отъ пролетныхъ частей и подвижной нагрузки въ 78000 пуд., вѣсъ кессона въ 6000 пудовъ и вѣсъ куб. саж. каменной кладки въ 1200 пудовъ, получимъ полную нагрузку на основаніе рѣчного быка:

$$295{,}48\times1200+6000+78000=438576\text{ пудовъ.}$$

Площадь основанія быка въ плоскости ножа кессона:

$$\frac{\pi(1{,}39)^2}{2}+2{,}78\times6{,}90+\frac{2{,}78+1{,}90}{2}\times2{,}60+\frac{\pi\times1{,}00}{2}=31{,}44\text{ кв. саж.}$$

Давленіе на одну кв. саж. основанія:

$$\frac{438576}{31{,}44}=13949\text{ пудовъ},$$

или давленіе на одинъ кв. дюймъ основанія:

$$\frac{438576}{221841}=1{,}997\text{ пуд.}$$

Принимая для песка $\varphi=30^0$—получимъ достаточную глубину заложенія по Паукеру:

$$h=h'tg^4\left(\frac{90^0-\varphi}{2}\right)=13{,}949tg^4(30^0)=13{,}949\times0{,}1111=1{,}55\text{ саж.}$$

Предполагая основать рѣчные быки на отмѣткѣ 38,50, углубившись примѣрно отъ 0,40 до 1,00 саж. въ плотную глину, получимъ глубину заложенія отъ средняго дна и отъ наинизшей точки дна послѣ размыва:

$$43{,}58-38{,}50=5{,}08\text{ саж. и }42{,}70-38{,}50=4{,}20.$$

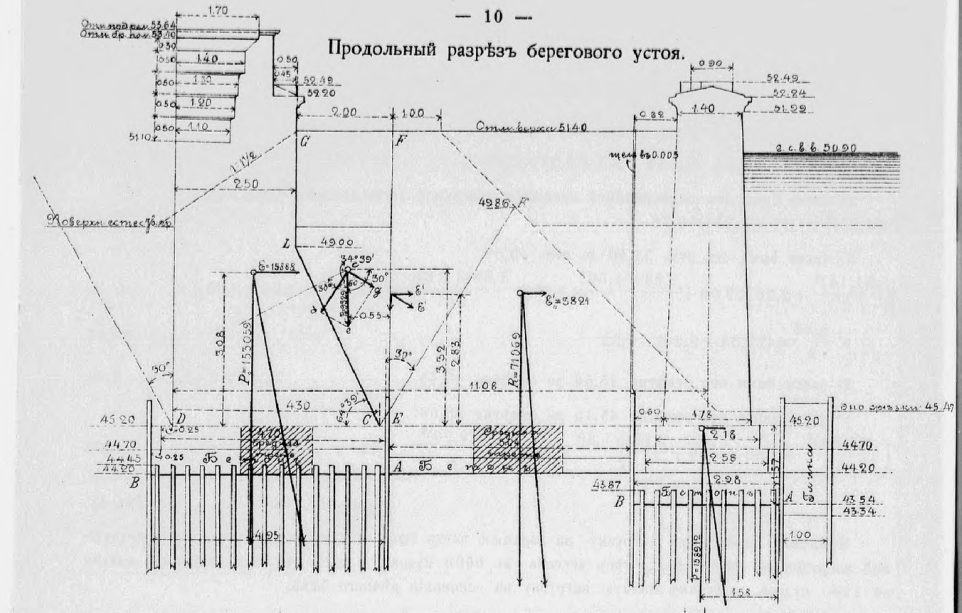
Коэффиціентъ устойчивости рѣчныхъ быковъ будетъ заключаться между слѣдующими предѣлами:

$$\frac{5{,}08}{1{,}55}=3{,}27\text{ и }\frac{4{,}20}{1{,}55}=2{,}71.$$

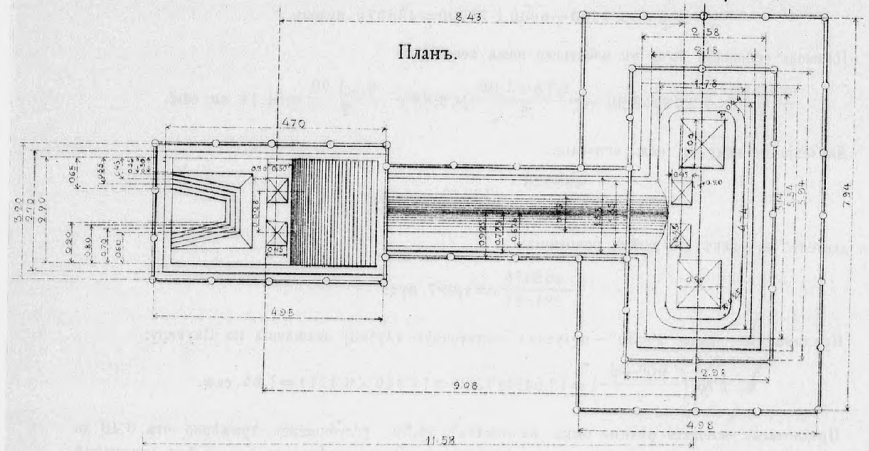
Типъ устоевъ.

Устой состоитъ изъ: 1) берегового быка, 2) подпорной стѣнки, поддерживающей насыпь, 3) поперечной стѣнки, заграждающей проходъ высокимъ водамъ между береговымъ быкомъ и откосомъ насыпи и 4) восьмисаженнаго пролета, перекрывающаго пространство между береговымъ быкомъ и подпорною стѣнкою.

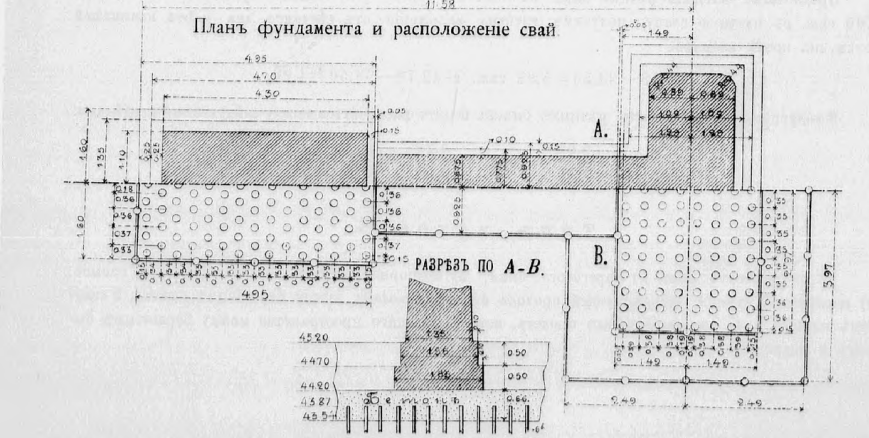
Продольный разрѣзъ берегового устоя.



Планъ.



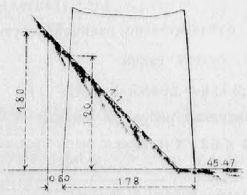
Планъ фундамента и расположеніе свай



Расчетъ берегового быка.

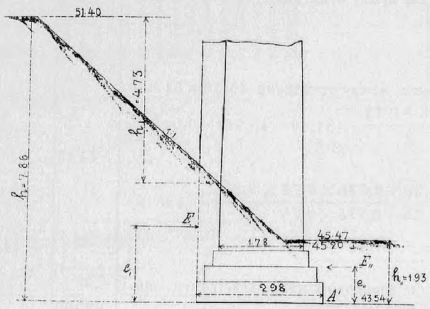
Вертикальныя силы, дѣйствующія на береговой быкъ и часть поперечной стѣнки, имѣющей общее основаніе съ береговымъ быкомъ, и ихъ моменты относительно ребра A, состоятъ изъ:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣса каменной кладки берегового быка между отмѣтками 43,54 и 52,20: $\left[\frac{1,40\times4,36-(0,50^2-\pi\times0,25^2)+1,78\times4,74-(0,88^2-\pi\times0,44^2)}{2}\times7+2,18\times\right.$ $\left.\times5,14\times0,50+2,58\times5,54\times0,50+2,98\times5,94\times0,66\right]\times1300=74,55\times1300=$	96915	
Моментъ ея: $96915\times1,49=$	—	141423
2) Вѣса каменной кладки поперечной стѣнки между стѣнками 44,20 и 44,70: $1,85\times0,20\times0,50\times1300$	240	
Моментъ: $240\times(2,98-0,10)$	—	691
3) Вѣса каменной кладки поперечной стѣнки между отмѣтками 44,70 и 45,20: $1,55\times0,40\times0,50\times1300=$	403	
Моментъ: $403\times(2,98-0,20)=$	—	1120
4) Вѣса каменной кладки поперечной стѣнки между отмѣтками 45,20 и 51,40: $\frac{1,35+0,75}{2}\times6,20\times\frac{0,60+0,775}{2}\times1300+\frac{1,28+0,75}{2}\times(51,40-45,90)\times0,045\times$ $\times1300=5819+326=$	6145	
Моментъ: $5819\times\left(2,98-\frac{0,60\times1,35\times0,30+0,775\times0,75\times0,39}{0,60\times1,35+0,775\times0,75}\right)+326\times$ $\times\left(\frac{2,98+0,045}{2}\right)=5819\times2,64+326\times3,00=$	—	16340
5) Вѣса половины 58 саженнаго пролета съ временною нагрузкою (смотр. описаніе пролетной части моста)	39000	
Моментъ: $39000\times1,49=$	—	58110
6) Вѣса половины 8 саженнаго пролета съ временною нагрузкою согласно Циркуляра Министерства П. С. № 60—1884 г. $\frac{1500}{2}+\frac{133\times8\times7}{2}=750+3724=$	4474	
Моментъ: $4474\times(1,49+0,20+0,23)=$	—	8590
7) Вѣса земли, производящей давленіе на обрѣзы фундамента между отмѣтками 45,47 и 44,20: $[2,98\times5,94\times1,27-(2,58\times5,54\times0,50+2,18\times5,14\times0,50+1,78\times4,74\times0,27+$ $+1,85\times0,20\times0,50+1,55\times0,50\times0,40+1,35\times0,60\times0,27)]\times1000=$	6740	
Моментъ: $6740\times1,49$	—	10043
8) Вѣса земли, производящей давленіе на заднія обрѣзы фундамента, между отмѣтками: 45,47 и $45,47+1,80$: $\frac{1,80+1,20}{2}\times(5,94-1,35)\times0,60\times1000=$	4131	
Моментъ: $4131\times\left(2,98-\frac{0,60}{3}\times\frac{1,80+2\times1,20}{1,80+1,20}\right)=$	—	11154



	Пуды.	Пудо-саж.
9) Вѣса земли, производящей давленіе на боковые обрѣзы фундамента, между отмѣтками 45,47 и 47,47+1,20 . . . . $1{,}20^2\times0{,}60\times1000=$	864	
Моментъ: $864\times\left(2{,}90-0{,}60-\frac{1{,}20}{3}\right)=$	—	1642
Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ $P=$	158912	
Моментъ равнодѣйствующей всѣхъ вертикальныхъ силъ M относительно ребра $A'=$	—	249113
Плечо равнодѣйствующей всѣхъ вертикальныхъ силъ относительно рабра A' равно: $a=\frac{M}{p}=\frac{249113}{158912}=1{,}58$ саж.		

Горизонтальныя силы, дѣйствующія на береговой быкъ, состоятъ изъ распора земляного конуса, находящагося сзади быка, и распора грунта ниже отмѣтки 45,47, производящаго боковое давленіе на переднюю стѣнку фундамента быка прямо и противоположное по направленію распора конуса.



Распоръ конуса на одну пог. сажень ширины быка опредѣлится по формулѣ (Курсъ мостовъ Николаи стр. 403)

$$E_I=\gamma\Psi(h^2-h_1^2)$$

гдѣ: $\Psi=\frac{1}{2}tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)$

$\gamma=1000$ пуд. вѣсъ куб. саж. земли;

$\varphi=30^0$ для песка;

значенія h и h_1 показаны на чертежѣ.

Подставляя вышеозначенныя величины въ формулу для E_I получимъ:

$$E_I=\gamma\Psi(h^2-h_1^2)=\frac{1000}{6}(7{,}86^2-4{,}73^2)=$$
$$=6567 \text{ пуд.}$$

Плечо распора E_I относительно ребра A' равно:

$$e_I=h-\frac{2(h^3-h_1^3)}{3(h^2-h_1^2)}=7{,}86-\frac{2(7{,}86^3-4{,}73^3)}{3(7{,}86^2-4{,}73^2)}=1{,}44 \text{ саж.}$$

Распоръ грунта, находящагося спереди быка, равенъ:

$$E_{II}=\gamma\Psi h_{II}^2=\frac{1000}{6}\times1{,}93^2=621 \text{ пудовъ.}$$

Плечо распора E_I относительно ребра A равно:

$$e_{II}=\frac{h_{II}}{3}=\frac{1{,}93}{3}=0{,}64 \text{ саж.}$$

Распоръ E_I дѣйствуетъ на ширину быка уменьшенную на ширину поперечной стѣнки, т. е. на ширину, равную $\frac{4{,}74+5{,}94}{2}-\frac{1{,}85+1{,}35}{2}=5{,}34-1{,}60=3{,}74$ саж.; распоръ же E_{II} дѣйствуетъ на всю ширину быка, т. е. на протяженіи $\frac{5{,}94+4{,}74}{2}=5{,}34$ саж., слѣдовательно, равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на береговой быкъ, будетъ равна:

$$E=3{,}74E_I-5{,}34E_{II}=3{,}74\times6567-5{,}34\times621=23813-3316=20497 \text{ пудовъ.}$$

Моментъ равнодѣйствующей всѣхъ горизонтальныхъ силъ относительно ребра A' равенъ:

$$Ee=3{,}74E_Ie_I-5{,}34E_{II}e_{II}=3{,}74\times6567\times1{,}44-5{,}34\times621\times0{,}64=$$
$$=34291-2122=32169 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей всѣхъ горизонтальныхъ силъ относительно ребра A' равно:

$$e=\frac{32169}{20497}=1{,}57 \text{ саж.}$$

Разстояніе точки пересѣченія равнодѣйствующей горизонтальныхъ и вертикальныхъ силъ съ основаніемъ $A'B$ отъ ребра A':

$$\xi=a-\frac{Ee}{P}=1{,}58-\frac{32169}{158912}=1{,}58-0{,}20=1{,}38 \text{ саж., что болѣе одной трети основанія, т. е.}$$
$$\frac{2{,}98}{3}=0{,}993 \text{ саж.}$$

Отсюда видно, что все основаніе передаетъ давленіе на грунтъ:

По закону неравномѣрнаго сжатія получимъ:

1) Наибольшее давленіе на кв. дюймъ основанія въ ребрѣ A'.

$$q_{max}=\frac{158912}{5{,}94\times2{,}98\times84^2}\left(1+\frac{6(1{,}49-1{,}38)}{2{,}98}\right)=\frac{158912}{124900}\left(1+\frac{0{,}66}{2{,}98}\right)=$$
$$=1{,}27\times(1+0{,}22)=1{,}27\times1{,}22=1{,}55 \text{ пуд.}$$

2) Среднее давленіе на кв. дюймъ всего основанія:

$$q_0=\frac{158912}{5{,}94\times2{,}98\times84^2}=\frac{158912}{124900}=1{,}27 \text{ пудовъ.}$$

3) Наибольшее давленіе на кв. дюймъ основанія въ ребрѣ B.

$$q_{min}\frac{158912}{5{,}94\times2{,}98\times84^2}\left(1-\frac{6(1{,}49-1{,}38)}{2{,}98}\right)=1{,}27(1-0{,}22)=1{,}27\times0{,}78=0{,}99 \text{ пуд.}$$

Такъ какъ по буренію грунтъ подъ устоями песчаный, недопускающій давленія въ 1,55 пудовъ на кв. дюймъ, поэтому рѣшено основаніе уплотить забивкою 6 вершк. сваями въ количествѣ 136 штукъ.

Давленіе на одну 6 вершк. сваю составляетъ $\frac{158912}{136}=1168$ пуд.

Расположеніе свай показано на прилагаемомъ чертежѣ проекта фундаментовъ устоя.

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе берегового быка около ребра A_1' вычислимъ въ болѣе невыгодномъ предположеніи, когда временной нагрузки нѣтъ на мосту.

Моментъ равнодѣйствующей постоянныхъ вертикальныхъ силъ, кромѣ временной нагрузки на 58 и 8 саж. пролетахъ, равенъ:

$$M=249113-\frac{100\times7\times58}{2}\times1{,}49-\frac{133\times7\times8}{2}\times(1{,}49+0{,}20+0{,}23)=$$
$$249113-20300\times1{,}49-3724\times1{,}92=211716 \text{ пудо-саж.}$$

Такимъ образомъ, коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра A' въ самомъ невыгодномъ предположеніи, равенъ.

$$m=\frac{M}{Ee}=\frac{211716}{32169}=6{,}58.$$

Расчетъ подпорной стѣнки.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на подпорную стѣнку, кромѣ временной нагрузки на 8,00 саж. пролетѣ, и ихъ моменты относительно ребра C обрѣза фундамента, перечисляемъ въ нижеслѣдующей таблицѣ:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ земляной засыпки заднихъ пустотъ въ стѣнкѣ между отмѣтками 53,40 и 53,10: $\frac{1{,}70\times1{,}60+\frac{1{,}50+1}{2}\times1{,}40}{2}\times0{,}30\times1000=\frac{2{,}72+1{,}75}{2}\times0{,}30\times1000=$ . .	671	
Моментъ: $671\times(4{,}30-0{,}65)=671\times3{,}65=$	—	2449

	Пуды.	Пудо-саж.
2) Вѣсъ земляной засыпки пустотъ между отмѣтками 53,10 и 52,60: $\frac{1,50+1,00}{2}\times 1,40\times 0,50\times 1000=$	875	
Моментъ: $875\times\left(4,30-\frac{1,40}{3}\times\frac{1,50+2\times 1,00}{2,50}\right)=875\times 3,65=$	—	3194
3) Вѣсъ земляной засыпки пустотъ между отмѣтками 52,60 и 52,10: $\frac{1,30+0,80}{2}\times 1,30\times 0,50\times 1000=$	682	
Моментъ: $682\times\left(4,30-\frac{1,30}{3}\times\frac{1,30+2\times 0,80}{2,10}\right)=682\times 3,70=$	—	2523
4) Вѣсъ земляной засыпки пустотъ между отмѣтками 52,10 и 51,60: $\frac{1,10+0,60}{2}\times 1,20\times 0,50\times 1000=$	510	
Моментъ: $510\times\left(4,30-\frac{1,20}{3}\times\frac{1,10+2\times 0,60}{1,70}\right)=510\times 3,76=$	—	1918
5) Вѣсъ земляной засыпки пустотъ между отмѣтками 51,60 и 51,10: $\frac{0,90+0,40}{2}\times 1,10\times 0,50\times 1000=$	357	
Моментъ: $357\times\left(4,30-\frac{1,10}{3}\times\frac{0,90+2\times 0,40}{1,30}\right)=357\times 3,81=$	—	1360
6) Вѣсъ кладки между отмѣтками 53,40 и 51,10: $1300[2,20(2\times 2,30+1,10\times 0,50)-(0,671+0,875+0,682+0,510+0,357)]=$ $=1300(11,33-3,095)=8,235\times 1300=$	10706	
Моментъ: $10706\times\frac{2,20\times 2\times 2,30\times 3,30+2,20\times 1,10\times 0,50\times 2,05-(0,671\times 3,65+ +0,875\times 3,65+0,682\times 3,70+0,510\times 3,76+0,357\times 3,81)}{8,235}=10706\times 2,97=$.	—	31797
7) Вѣсъ каменной кладки между отмѣтками 51,10 и 49,00: $1300\times 2,20\times 2,10\times 2,50=$	15015	
Моментъ: $15015\times(4,30-1,25)=15015\times 3,05=$	—	45796
8) Вѣсъ каменной кладки между отмѣтками 49,00 и 45,20: $1300\times 2,20\times\frac{2,50+4,30}{2}\times 3,80=$	36951	
Моментъ: $36951\times\frac{4,30\times 3,80\times 2,15-\frac{1,80\times 3,80\times 1,80}{2\times 3}}{\frac{2,50+4,30}{2}\times 3,80}=36951\times 2,56=$	—	94595
9) Вѣсъ половины 8 саженнаго пролета	750	
Моментъ: $750\times(4,30-2,22)=750\times 2,08=$	—	1560
Равнодѣйствующая P всѣхъ постоянныхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку выше обрѣза фундамента	66517	
Моментъ M равнодѣйствующей P относительно ребра C	—	185192

Плечо равнодѣйствующаго P относительно того же ребра C равно:

$$a=\frac{185192}{66517}\ 2,78 \text{ саж.}$$

Горизонтальная сила на пог. сажень ширины стѣнки, стремящая опрокинуть ее около ребра C, опредѣлится по слѣдующей формулѣ Гобена, въ которой отброшенъ, по его малости, членъ, зависящій отъ временной нагрузки, расположенной на насыпи:

$$E_1'=\gamma\Psi h_1^2=\frac{1}{2}\gamma tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)h_1^2=\frac{1000}{2}tg^2\left(45^0-\frac{30^0}{2}\right)8.20^2=\frac{1000\times 8,20^2}{6}=11206 \text{ пудовъ,}$$

а на ширину стѣнки 2,20 саж. $E_1=2,20\ E_1'=24653$ пудовъ.

Плечо распора E_1 относительно ребра C равно:

$$e_1=\frac{h_1}{3}=\frac{8,20}{3}=2,73 \text{ саж.}$$

Распору E_1 противодѣйствуютъ двѣ горизонтальныя силы: распоръ E_{II} конуса и горизонтальная составляющая E_{III} вѣса клина земли $GFCE$, заключеннаго между подпорною и поперечною стѣнками.

Распоръ E_{II} опредѣлимъ, принимая во вниманіе только давленіе нижней части конуса, ограниченнаго сверху горизонтальною плоскостью, проходящею черезъ ребро K пересѣченія откоса конуса съ наклонною плоскостью, проходящею черезъ ребро C и составляющею уголъ

$$\alpha=45^0-\frac{\varphi}{2}=45^0-\frac{30^0}{2}=30^0 \text{ съ вертикалью.}$$

Распоръ E_{II}, отнесенный къ свободной ширинѣ передней плоскости стѣнки, равной

$$2,20-\frac{0,75+1,35}{2}=2,20-1,05=1,15,-$$

опредѣлится по формулѣ:

$$E_{II}=\frac{1}{2}\times 1,15\gamma tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)h_{II}^2=\frac{1}{2}\times 1,15\times 1000\times {}^1/_6\times 4,66^2=4162 \text{ пудовъ.}$$

Плечо распора E_{II} относительно ребра C равно:

$$e_{II}=\frac{h_{II}}{3}=\frac{4,66}{3}=1,55.$$

Вѣсъ земляного клина $GFEC$ шириною, равною средней ширинѣ поперечной стѣнки $\frac{0,75+1,35}{2}=1,05$ саж., получимъ:

$$P_0=1000\left(\frac{2,40+6,20}{2}\times 1,85+6,20\times 0,15\right)\times 1,05=1000\times 8,885\times 1,05=9329 \text{ пудовъ.}$$

Центръ тяжести клина $GFEC$ отстоитъ отъ плоскости CE на:

$$\frac{6,20\times 2,00\times 3,10-1,85\times 3,80\times 1,27}{8,885}=3,32 \text{ саж.}$$

и отъ задней плоскости поперечной стѣнки, т. е. отъ плоскости EF отстоитъ на:

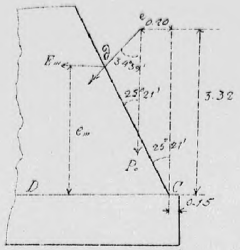
$$\frac{6,20\times 2,00\times 1,00-\frac{1,85\times 3,80\times\left(2-\frac{1,85}{3}\right)}{2}}{8,885}=0,85 \text{ саж.}$$

Направленія составляющихъ вѣса P_0 образуютъ съ нормалями къ ограничивающимъ плоскостямъ углы, равные углу тренія земли по каменной кладкѣ, въ настоящемъ случаѣ принятому $\varphi=30^0$.

Величины этихъ составляющихъ найдемъ изъ слѣдующихъ равенствъ:

$$cd=\frac{P_0 sin(60^0)}{sin(85^0 21')}=\frac{9329\times 0,866}{0,997}=8103 \text{ пуд.}$$

$$cg=\frac{P_0 sin(34^0 39')}{sin(85^0 21')}=\frac{9329\times 0,568}{0,997}=4412 \text{ пуд.}$$



Сила cd разложится на горизонтальную и вертикальную составляющія.

Горизонтальныя составляющія силы cd равна;

$$E_{III}=cd\sin(34^0 39')=8103\times 0{,}568=4603 \text{ пудовъ.}$$

Плечо силы E_{III} относительно ребра C равно:

$$e_{III}=0{,}70Cotg(25^0 21')+\frac{[3{,}32-0{,}70Cotg(25^0 21')]tg(34^0 39')}{tg(34^0 39')+tg(25^0 21')}=$$

$$=1{,}478+\frac{1{,}842\times 0{,}691}{0{,}691+0{,}474}=1{,}478+\frac{1{,}273}{1{,}165}=1{,}478+1{,}092=2{,}57 \text{ с.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ горизонтальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку, равна:

$$E=E_I-E_{II}-E_{III}=24653-4162-4603=15888 \text{ пудовъ.}$$

Моментъ равнодѣйствующей E относительно ребра C равенъ:

$$Ee=E_I e_I-E_{II}e_{II}-E_{III}e_{III}=24653\times 2{,}73-4162\times 1{,}55-4603\times 2{,}57=$$
$$=67303-6451-11830=49022 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей E относительно ребра C равно $e=\frac{49022}{15888}=3{,}08$ саж.

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе около ребра C есть:

$$m=\frac{M}{Ee}=\frac{185192}{49022}=3{,}78.$$

Принимая коэффиціентъ скольженія кладки по кладкѣ $f=0{,}70$, получимъ коэффиціентъ устойчивости на скольженіе въ плоскости CD:

$$m'=f\frac{P}{E}=0{,}70\times\frac{66517}{15888}=\frac{46562}{15883}=2{,}93.$$

Приступимъ теперь къ опредѣленію величины давленія, производимаго подпорною стѣнкою на основаніе фундамента.

Вертикальныя силы, дѣйствующія на всю подпорную стѣнку вмѣстѣ съ фундаментомъ, и ихъ моменты относительно крайняго ребра фундамента A, помѣщена къ нижеслѣдующей таблицѣ:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Равнодѣйствующая P (вычисленная раньше)	66517	
Моментъ ея относительно ребра $A=66517\times(2{,}78+0{,}15)=$	—	194895
2) Вѣсъ фундамента между отмѣтками 45,20 и 44,70:		
$1300\times 2{,}70\times 4{,}70\times 0{,}50=6{,}35\times 1300=$.	8255	
Моментъ: $8255\times 2{,}35=$	—	19399
3) Вѣсъ фундамента между отмѣтками 44,70 и 44,20:		
$1300\times 3{,}20\times 4{,}95\times 0{,}50=1300\times 7{,}92=$.	10296	
Моментъ: $10296\times\frac{4{,}95}{2}=$.	—	25534
4) Вѣсъ земли, производящей вертикальное давленіе на задній обрѣзъ фундамента:		
$1000\times 3{,}20\times(0{,}50\times 8{,}20+0{,}25\times 0{,}50)=1000\times 13{,}520=$	13520	
Моментъ: $13520\times 4{,}70=$	—	68544
5) Вѣсъ земляного клина $GLCEFG$, производящаго вертикальное давленіе на передній обрѣзъ фундамента CE и на плоскость LC:		
$1000\times 8{,}885\times 2{,}20=1000\times 19{,}547=$	19547	
Моментъ: $19547\times 0{,}85=$	—	16615

	Пуды.	Пудо-саж.
6) Вѣсъ земли, опирающейся на боковые обрѣзы фундамента:		
$1000\times\left\{1{,}00\left(6{,}20\times 4{,}45+\frac{2\times 2{,}50}{2}\right)+0{,}50\times 0{,}50\times 4{,}45\right\}=1000\times(30{,}09+$ $+1{,}11)=1000\times 31{,}20=$	31200	
Моментъ:		
$18978\times\frac{6{,}20\times 4{,}45\times 2{,}22+2{,}50\times\left(1{,}95+\frac{2{,}50}{3}\right)}{6{,}20\times 4{,}45+2{,}50}=31200\times\frac{61{,}25+6{,}95}{27{,}59+2{,}50}=$ $=31200\times 2{,}27=$	—	70824
7) Временная нагрузка на половину 8 саж. пролета согласно Циркуляру Министерства Путей Сообщенія за № 60, 1884 года: $\frac{133\times 8\times 7}{2}=$	3724	
Моментъ: $3724\times(2{,}00+0{,}22)=$	—	8267
Равнодѣйствующая P_0 всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпорную стѣнку вмѣстѣ съ фундаментомъ	153059	
Моментъ M_0 равнодѣйствующей P_0 относительно ребра A	—	399078

Плечо равнодѣйствующей P_0 вертикальныхъ силъ относительно ребра A равно:

$$a=\frac{M_0}{P_0}=\frac{399078}{153059}=2{,}61 \text{ саж.}$$

Моментъ равнодѣйствующей E всѣхъ горизонтальныхъ силъ относительно ребра A равенъ:

$$E(e+1{,}00)=15888\times 4{,}08=64823 \text{ пудо-саж.}$$

Разстояніе точки пересѣченія равнодѣйствующей всѣхъ горизонтальныхъ и вертикальныхъ силъ, съ основаніемъ AB отъ ребра A:

$$\xi=a-\frac{E(e+1{,}00)}{P_0}=2{,}61-\frac{64823}{153059}=2{,}61-0{,}42=2{,}19 \text{ саж.,}$$

что болѣе одной трети основанія, т. е. $\frac{4{,}75}{3}=1{,}58$ саж.

Отсюда видно, что все основаніе подпорной стѣнки передаетъ давленіе на грунтъ.

По закону неравномѣрнаго сжатія получимъ:

1) Наибольшее давленіе на кв. дюймъ основанія въ ребрѣ A:

$$q_{max}=\frac{153059}{4{,}95\times 3{,}20\times 84^2}\left(1+\frac{6(2{,}47-2{,}19)}{4{,}95}\right)=\frac{153059}{111767}(1+0{,}33)=1{,}37\times 1{,}33=1{,}82 \text{ пуд.}$$

2) Среднее давленіе на кв. дюймъ основанія:

$$q_0=\frac{153059}{4{,}95\times 3{,}20\times 84^2}=1{,}37 \text{ пудовъ.}$$

3) Наименьшее давленіе на кв. дюймъ основанія въ ребрѣ B:

$$q_{min}=\frac{153059}{4{,}95\times 3{,}20\times 84^2}\left(1-\frac{6(2{,}47-2{,}19)}{4{,}95}\right)=1{,}37(1-0{,}33)=1{,}37\times 0{,}67=0{,}92 \text{ пуд.}$$

По буренію, произведенному въ нынѣшнемъ году оказывается, что грунтъ подъ обѣими подпорными стѣнками песчаный, недопускающій давленія въ 1,82 пуд. на кв. дюймъ, поэтому подъ основаніе подпорныхъ стѣнокъ надо грунтъ уплотить забивкою свай.

Въ котлованѣ подпорной стѣнки предполагаемъ забить 128 штукъ 6 вершковыхъ свай.

Давленіе на одну 6-ти вершковую сваю составляетъ $\frac{153059}{128}=1195$ пудовъ.

Расчетъ поперечной стѣнки.

На основаніи предыдущихъ вычисленій мы нашли, что на поперечную стѣнку давитъ земляной клинъ $GLCEF$, и величина этого давленія равна $cg=4412$ пуд.

Горизонтальная составляющая силы cg равна $E_0'=4412 Cos 30^0=3821$ пуд

Плечо силы E_0' относительно плоскости основанія AN равно:

$$e_0'=3{,}32+1{,}00-0{,}85 tg 30^0=4{,}32-0{,}49=3{,}83 \text{ саж.}$$

Моментъ горизонтальной силы E_0 относительно плоскости основанія равенъ:

$$E_0'e_0'=3821\times 3{,}83=14634 \text{ пудо-саж.}$$

Вертикальныя силы, дѣйствующія на поперечную стѣнку и ихъ моменты относительно ребра N, перечисляемъ въ нижеслѣдующей таблицѣ:

	Пуды.	Пудо-саж.
1) Вѣсъ каменной кладки всей стѣнки: $\left(1{,}85\times 0{,}33+1{,}55\times 0{,}67+\frac{1{,}35+0{,}75}{2}\times 6{,}20\right)\times 5{,}04\times 1300=(0{,}61+1{,}04+$ $+6{,}51)\times 5{,}04\times 1300=41{,}13\times 1300=$	53469	
Моментъ $53469\times\frac{5{,}04}{2}=$	—	134742
2) Вѣсъ земли, находящейся на боковыхъ обрѣзахъ фундамента:		
$1000\times 2\left\{5{,}04\times\left(0{,}15\times 0{,}67+\frac{0{,}25+0{,}34}{2}\times 1{,}90\right)+\frac{0{,}34+0{,}55}{2}\times 4{,}30\times 1{,}00+\right.$ $\left.+0{,}34\times 4{,}04\times\frac{4{,}30}{2}+\frac{(0{,}55-0{,}34)\times 4{,}30\times 4{,}04}{2\times 3}\right\}=1000\times 2(3{,}33+1{,}91+$ $+2{,}95+0{,}61)=1000\times 2\times 8{,}80=$	17600	
Моментъ: $17600\times\frac{3{,}33\times 2{,}52+1{,}91\times 4{,}54+2{,}95\times\left(\frac{2\times 4{,}04}{3}+0{,}61\times\frac{2\times 4{,}04}{3}\right)}{8{,}80}=$ $=17600\times\frac{8{,}39+8{,}67+7{,}94+1{,}64}{8{,}80}=17600\times\frac{26{,}64}{8{,}80}=17600\times 3{,}03=$ . .	—	53328
Равнодѣйствующая R всѣхъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на поперечную стѣнку	71069	
Моментъ M_n равнодѣйствующей R относительно ребра N равенъ	—	188070

Плечо равнодѣйствующей R относительно ребра N равно:

$$n=\frac{188070}{71069}=2{,}65.$$

Разстояніе точки пересѣченія равнодѣйствующей горизонтальныхъ и вертикальныхъ силъ, съ основаніемъ AN отъ ребра N:

$$\xi'=n-\frac{E_0'e_0'}{R}=2{,}65-\frac{14634}{71069}=2{,}65-0{,}20=2{,}45 \text{ саж.},$$

что болѣе одной трети основанія, т. е. $\frac{5{,}04}{3}=1{,}68$ саж.

Отсюда видно, что все основаніе поперечной стѣнки передаетъ давленіе на грунтъ.

По закону неравномѣрнаго сжатія получимъ:

1) Наибольшее давленіе на кв. дюймъ основанія въ ребрѣ A:

$$q_{max}=\frac{71069}{5{,}04\times 1{,}85\times 7056}\left(1+\frac{6(2{,}52-2{,}45)}{5{,}04}\right)=\frac{71069}{65790}(1+0{,}08)=1{,}08\times 1{,}08=1{,}17 \text{ пуд.}$$

2) Среднее давленіе на кв. дюймъ всего основанія:

$$q_0=\frac{71069}{5{,}04\times 1{,}85\times 7056}=1{,}08 \text{ пуд.}$$

3) Наименьшее давленіе на кв. дюймъ основанія въ ребрѣ N:

$$q_{min}=\frac{71069}{5{,}04\times 1{,}85\times 7056}\left(1-\frac{6(2{,}52-2{,}45)}{5{,}04}\right)=1{,}08\times 0{,}92=0{,}99 \text{ пуд.}$$

Такъ какъ наибольшее давленіе на грунтъ выходитъ 1,17 пуд., что менѣе допускаемаго для песчаннаго основанія въ 1,25 пуд. на кв. дюймъ и такъ какъ поперечная стѣнка не подвергается временной нагрузкѣ и вообще не составляетъ главной части сооруженія, то мы предполагаемъ основать ее прямо на грунтѣ.

Принимая во вниманіе, что основанія берегового быка и поперечной стѣнки разнородны и осадки ихъ будутъ разныя, проектируемъ оставить между этими сооруженіями щель въ 0,005 саж., которую впослѣдствіи можно залить цементнымъ растворомъ.

Описаніе пролетной части моста.

Мостъ чрезъ р. Оку устраивается въ 4 пролета по 58 саж. съ береговыми пролетами по 8,00 саж. Пролетныя части проектируются изъ литого желѣза по типу, утвержденному для моста чрезъ р. Енисей Среднесибирской жел. дороги. Разсчетный пролетъ фермъ 416 ф. раздѣленъ на 16 панелей по 26 ф. каждая. Высота фермъ, какъ и въ Енисейскомъ мосту, принята въ $^1/_{6^2/_3}$ пролета и составляетъ 62′. Разстояніе же между осями фермъ увеличено до 20′.

Возвышеніе низа фермъ надъ самымъ высокимъ горизонтомъ, при которомъ весною начинается судоходство, по даннымъ, собраннымъ за 15 лѣтъ, будетъ не меньше 2,21 саж. Фермы системы Шведлера съ одно-раскосной рѣшеткой, усиленной шпренгелями, по типу американскихъ мостовъ. Фермы соединены между собою по верху и по низу двумя системами горизонтальныхъ связей; распорками послѣднихъ служатъ высокія (5′) поперечныя балки проѣзжей части, прочно склепанныя съ фермами.

На основаніи предварительныхъ подсчетовъ, вѣсъ металлическихъ пролетныхъ частей моста опредѣлился въ 33780 пудовъ.

Наибольшее давленіе на подферменный камень 19835 пуд., а наибольшая нагрузка на верхнюю часть рѣчного быка=78000 пуд.

Размѣры подферменнаго камня 0,90×1,00 саж. Толщина быка по верху 1,90 саж., толщина берегового быка 1,40 саж.

Струенаправляющія дамбы.

Направленіе струенаправляющихъ дамбъ выше моста на протяженіи 50-ти саженей—перпендикулярно оси моста, на остальныхъ же 50 саженяхъ выше по теченію онѣ расходятся по кривымъ, описаннымъ радіусами въ 100 саж. Ниже моста, на правомъ берегу струенаправляющей дамбы предположено не дѣлать, на лѣвомъ же берегу планъ дамбы тотъ же, что и выше моста. Ширина струенаправляющихъ дамбъ у самаго моста 3 саж., на разстояніи же 15 саж. отъ моста

она постепенно уменьшается до 1,50 саж. и остается таковою по всей длинѣ дамбы. Откосы струенаправляющихъ дамбъ у моста со стороны рѣки одиночные, съ противоположной же стороны полуторные. Въ 15 саженяхъ выше и ниже моста откосы дамбъ одинаковые—полуторные и остаются таковыми на всемъ протяженіи струенаправляющихъ дамбъ.

Срѣзка береговъ подъ мостомъ.

Срѣзку праваго берега предполагаемъ сдѣлать для увеличенія живого сѣченія подъ мостомъ для прохода весеннихъ водъ. Дно срѣзки закладываемъ на горизонтѣ меженнихъ водъ, отмѣтка котораго 45,47. Въ планѣ срѣзка ограничена выше моста прямою перпендикулярною къ оси моста и касательною къ передней грани берегового быка; ниже же моста эта линія продолжена на 25 саж. отъ оси моста и въ этомъ мѣстѣ сдѣланъ поворотъ въ 160°. Желая образовать размывъ праваго берега внѣ предѣловъ сплошной срѣзки ниже по теченію, проектируемъ прорыть канавку на протяженіи 125 саж., шириною по дну 1,00 саж., съ одиночными откосами.

Срѣзка лѣваго берега на протяженіи 50 саж. выше моста сдѣлана по прямой перпендикулярной къ оси моста и проходящей чрезъ лицевую грань берегового быка, выше же по теченію линія, ограничивающая срѣзку, составляетъ съ предыдущимъ направленіемъ уголъ въ 160°.

Дно срѣзки заложено на той же отмѣткѣ 45,47, что и на правомъ берегу.

Главный Инженеръ *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Старшій Инженеръ *С. Ольшевскій.*

Копія съ копіи.

По журналу Инженернаго Совѣта отъ 3 и 10 Декабря 1897 года № 230, утвержденному Г. Министромъ 20 Февраля 1898 года, постановлено:

I. Признавая, что по недостаточности представленныхъ данныхъ къ выясненію условій теченія р. Оки въ мѣстѣ перехода ея Павелецъ-Московской линіей не представляется возможнымъ въ настоящее время высказаться съ полнымъ убѣжденіемъ за правильность избраннаго по проекту общаго расположенія моста, Инженерный Совѣтъ въ виду ходатайства Правленія Общества Рязанско-Уральской ж. д. и заявленія его о крайней необходимости въ скорѣйшемъ окончаніи работъ по устройству моста и о тѣхъ убыткахъ, которые можетъ понести Общество вслѣдствіе измѣненія принятаго въ проектѣ расположенія моста, находитъ возможнымъ допустить постройку моста чрезъ р. Оку Павелецъ-Московской ж. д. линіи по избранному въ проектѣ плану расположенія сего моста лишь при томъ условіи, чтобы:

а) Общество Рязанско-Уральской ж. д. приняло на себя матеріальную отвѣтственность за расходы на устройство тѣхъ дополнительныхъ сооруженій въ мѣстѣ перехода Павелецъ-Московской линіей р. Оки, которыя могутъ потребоваться для обезпеченія, какъ прочности самаго моста, такъ и удобствъ судоходства, и необходимость которыхъ будетъ проистекать отъ принятія показаннаго въ проектѣ расположенія моста; и

б) были произведены весною этого года подробныя изысканія у мѣста расположенія моста для изученія условій теченія рѣки при высокихъ горизонтахъ, и результаты таковаго изученія были представлены въ Инженерный Совѣтъ.

II. Признать достаточной величину общаго отверстія моста чрезъ р. Оку на 138 верстѣ Павелецъ-Московской ж. д. линіи въ 233,32 саж. и одобрить распредѣленіе сего отверстія на 4 равныхъ пролета съ тѣмъ, чтобы:

а) была произведена съемка земли до горизонта меженнихъ водъ на достаточномъ протяженіи выше и ниже моста и не менѣе, какъ на протяженіи 25 саж. выше и 15 саж. ниже моста, при чемъ окончательное опредѣленіе размѣровъ съемки земли предоставляется Инспектору по сооруженію Павелецъ-Московской линіи, по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ означенной линіи;

б) были избраны на мѣстѣ, по соглашенію съ Инспекторомъ Павелецъ-Московской ж. д. линіи, расположеніе въ планѣ, родъ и устройство струенаправляющихъ сооруженій и планъ расположенія сихъ сооруженій былъ представленъ къ свѣдѣнію Инженернаго Совѣта.

III. Допустить принятое въ проектѣ возвышеніе низа фермъ моста чрезъ р. Оку Павелецъ-Московской ж. д. линіи надъ самымъ высокимъ изъ судоходныхъ горизонтовъ воды въ рѣкѣ, если по повѣркѣ Инспекторомъ по сооруженію означенной ж. д. линіи окажется, что въ проектированномъ мостѣ возвышеніе низа фермъ принято не меньше возвышеній надъ тѣмъ же горизонтомъ низа фермъ сосѣднихъ ж. д. мостовъ чрезъ р. Оку, расположенныхъ выше и ниже по теченію рѣки отъ мѣста перехода ея Павелецъ-Московской линіей.

IV. Одобрить проектъ опоръ моста чрезъ р. Оку Павелецъ-Московской ж. д. линіи съ тѣмъ, чтобы подъ подферменными камнями была устроена кладка правильными рядами изъ штучныхъ камней въ два ряда по высотѣ, при чемъ въ верхнемъ ряду штучная кладка можетъ быть устроена подъ подферменными камнями лишь на площади, нѣсколько превышающей величину площади основанія подферменныхъ камней, а второй рядъ долженъ состоять весь изъ штучной кладки.

V. Предоставить Инспектору по постройкѣ Павелецъ-Московской ж. д. линіи Рязанско-Уральской желѣзной дороги, по соглашенію съ Главнымъ Инженеромъ означенной линіи, и по ближайшемъ выясненіи свойствъ грунта и другихъ мѣстныхъ условій, окончательно утвердить: глубину заложенія опоръ моста, проекты кессоновъ для сихъ опоръ и способы устройства основанія береговыхъ опоръ моста.

VI. Предложить Правленію Общества Рязанско-Уральской желѣзной дороги при проектированіи верхняго строенія моста чрезъ р. Оку, пролетомъ въ 416 футъ, назначить разстояніе между осями фермъ моста не менѣе какъ въ 22 фута.

Подлинное подписали:

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Демчинъ.

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту струенаправляющихъ дамбъ у моста на рѣкѣ Окѣ близь гор. Каширы.

Струенаправляющія дамбы проектировано довести на 0,50 саж. выше самыхъ высокихъ водъ, т. е. до отмѣтки 52,19, ширина дамбы у самаго моста по верху 3,00 саж.; на разстояніи же 15 саж. отъ моста она постепенно уменьшается до 1,00 саж.; откосы дамбъ со стороны рѣки у устоевъ 1 : 1; далѣе уклонъ откосовъ постепенно уменьшается и на 15 саж. выше и ниже моста достигаетъ величины 1 : 1½, на остальномъ протяженіи дамбъ уклонъ откосовъ остается полуторнымъ; откосы же, обращенные въ противоположную отъ рѣки сторону, полуторные.

Такъ какъ по наблюденіямъ надъ проходомъ водъ наибольшему дѣйствію струй должны подвергаться верховая голова Павелецкой дамбы и вся низовая часть Московской дамбы, то предположено эти части дамбъ выдвинуть на 75 саж. отъ оси моста, при этомъ направленіе дамбъ на протяженіи 50 саж. проектировано перпендикулярно къ оси моста, а на остальныхъ 25 саж. по закругленіямъ: Павелецкую верховую по закругленіямъ радіуса 35 саж., а Московскую низовую радіусомъ 50—100 саж., какъ то окажется удобнѣе по мѣстнымъ условіямъ; верховую дамбу съ Московской стороны на протяженіи 30 саж. сдѣлать перпендикулярно оси моста, далѣе закругленіемъ около 50 саж. довести до горизонтали 52,29 и такимъ образомъ сойти на нѣтъ; съ Павелецкой стороны низовую часть дамбы, какъ не подвергающуюся дѣйствію струй, достаточно сдѣлать длиною 25 саж. по направленію, перпендикулярному оси моста.

Укрѣпленіе дамбъ и береговыхъ путей.

Проектировано слѣдующее:

1) дамбы со стороны рѣки, головы дамбъ съ обѣихъ сторонъ и откосы срѣзки въ предѣлахъ дамбъ и на 10 саж. выше и ниже концовъ дамбъ укрѣпить плетнями въ клѣтку 0,50×0,50 саж. съ заполненіемъ слоемъ камня толщиною 0,15 саж.

2) дамбы со стороны, противоположной рѣкѣ, укрѣпить плетнями по дерну.

3) товарный путь со ст. Кашира-пассаж. къ ст. Кашира-тов. и часть соединительнаго пути до пик. № 1+40, какъ омываемые съ одной стороны—укрѣпить плетнями по дерну.

4) остальную часть соединительнаго пути и лѣсной путь въ виду ихъ затопленія при высокихъ водахъ укрѣпить по типу укрѣпленій верхняго строенія затопляемыхъ путей, примѣненному на пристаняхъ у г. Саратова и Покровской Слободы.

Главный Инженеръ *В. Тимоѳеевъ.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *И. Войцеховскій.*

Къ проекту, утвержденному Комитетомъ Управленія по сооруженію желѣзныхъ дорогъ отъ 9 Ноября 1899 г. № 468.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту уравнительнаго прибора для верхняго строенія моста пролетомъ 416 футовъ

(рельсъ 22½ фунта въ погонномъ футѣ).

Общее описаніе.

Уравнительный приборъ имѣетъ цѣлью сохраненіе непрерывности рельсоваго пути на мосту при измѣненіи, подъ вліяніемъ температуры, длины фермъ и при вызываемомъ этимъ удлиненіемъ и укороченіемъ фермы отодвиженіи подвижного конца пролетнаго строенія отъ передней стѣнки устоя или отъ неподвижного конца смежной фермы на промежуточномъ быкѣ.

Съ этой цѣлью обыкновенный рельсъ, въ мѣстѣ сопряженія подвижного конца фермы съ устоемъ или съ неподвижнымъ концомъ другой смежной фермы, замѣняется фасонными рельсами *а* и *б* (см. чертежъ уравнительнаго прибора и детали), изъ которыхъ одинъ (*а*) прикрѣпляется на подвижномъ концѣ фермы, а другой (*б*)—на устоѣ или на неподвижномъ концѣ другой смежной фермы.

Тогда при перемѣщеніи подвижного конца фермы фасонный рельсъ (*а*) скользитъ вертикальной гранью по рельсу (*б*), а подошвой по подкладкѣ (*е*), привинченной подъ рельсомъ (*б*) къ поперечинамъ неподвижной опоры, при чемъ прозоры (*z*,*z*) у фасонныхъ рельсовъ измѣняются отъ наибольшей величины при наибольшемъ укороченіи фермы до нуля при наибольшемъ ея удлиненіи.

Измѣненіе длины фермы опредѣляется при колебаніи температуры отъ -34^0 до $+46^0R$, т. е. для 80^0R или 100^0C. Принимая коэффиціентъ линейнаго расширенія желѣза $k=0{,}00001182$, опредѣлимъ наибольшее измѣненіе длины фермы:

$$\triangle l=kt^0l=100\times0{,}00001182\times416\times12=5{,}9 \text{ дюйм.}=\backsim6 \text{ дюймовъ.}$$

Тогда, при средней температурѣ 6^0R прозоръ между фасонными рельсами будетъ равенъ 3 дюймамъ; при измѣненіи же температуры онъ будетъ измѣняться въ одну сторону до нуля, а въ другую до 6″.

Для предупрежденія сбиванія острія фасоннаго рельса (*б*), фасонный рельсъ (*а*) запроектированъ на 3½ $^m/_m$ выше рельса (*б*) на протяженіи 6 дюймовъ противъ конца рельса (*б*), съ 0,008 уклономъ въ обѣ стороны, чтобы выйти на нормальную высоту.

Контръ-рельсъ (*р*) неподвижно скрѣпленъ съ фасоннымъ рельсомъ (*б*) и при перемѣщеніи подвижной опоры скользитъ между костылями по подкладкѣ (*д*).

Составъ прибора.

На неподвижной опорѣ лежитъ желѣзная доска (*е*) размѣрами 55″×17⅓″×½″; фасонный рельсъ (*б*) и контръ-рельсъ (*р*), лежащіе на доскѣ (*е*) въ разстояніи 117 $^m/_m$ ось отъ оси, скрѣплены между собою одиночнымъ болтомъ (*н*) и двойнымъ (*м*) и сжаты фасонными накладками (*в*) и (*г*), горизонтальныя полки которыхъ притянуты къ доскѣ (*е*) и къ деревяннымъ поперечинамъ 8-ю болтами (*x*,*x*...); между накладкой (*в*) и концомъ фасоннаго рельса (*б*) зажатъ конецъ фасоннаго рельса (*а*), который для возможности свободнаго движенія снабженъ противъ болтовъ (*м*) продолговатыми вырѣзами длиной 6¾″; обращенныя другъ къ другу полки фасоннаго рельса (*б*) и контръ рельса (*р*) прижаты накладкой (*з*) и тремя болтами (*т*) къ доскѣ (*е*) (разр. *ED*);

доска (*е*), кромѣ болтовъ (*м*), привинчена къ поперечинамъ еще двумя шурупами (*фф*). Фасонный рельсъ (*б*) при посредствѣ накладокъ (u_1u), фасонныхъ прокладокъ (k_1k) и болтовъ (y_1y...) скрѣпленъ съ путевымъ рельсомъ.

На подвижной опорѣ лежитъ желѣзная доска (*д*) размѣрами $30'' \times 16'' \times 1/2''$, привинченная къ поперечинамъ 6-ю шурупами (*фф*); на доскѣ (*д*) укрѣпленъ неподвижно фасонный рельсъ (*а*) помощью 3-хъ костылей, врѣзанныхъ на 7 $^m/_m$ въ подошву рельса (разр. *CD*), и соединенъ накладками (u_1u), фасонными прокладками (k_1k) и болтами (y_1y) съ путевымъ рельсомъ; къ фасонному рельсу (*а*) при помощи двойного болта (*л*) прикрѣплены полосовыя накладки (*о*) и (*п*), обжимающія вертикальныя полки фасонныхъ накладокъ (*в*) и (*г*) и служащія направляющими при скольженіи фасоннаго рельса (*а*); въ фасонныхъ накладкахъ (*в*) и (*г*) сдѣланы противъ болтовъ (*л*) продолговатые вырѣзы длиною $6^3/_4$ дюйма; контръ-рельсъ на подвижной опорѣ прижатъ къ доскѣ (*д*) 7-ю костылями, не врѣзанными въ его подошву (разр. *AB*) и не препятствующими въ виду этого свободному скольженію контръ-рельса по доскѣ (*д*); конецъ контръ-рельса покоится на подкладкѣ (*ж*), къ которой притянутъ 3-мя костылями, также не врѣзанными въ подошву и допускающими скольженіе; при нулевомъ положеніи прибора, т. е. при 6^0R, конецъ контръ-рельса отстоитъ отъ конца путевого на мосту контръ-рельса на 3 дюйма; этотъ прозоръ при перемѣщеніи подвижного конца фермы измѣняется отъ 0 до $6^3/_4$ дюймовъ; въ контръ-рельсѣ противъ болтовъ (*л*) имѣются продолговатые вырѣзы длиною 6 дюймовъ.

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ*.

Инженеръ *И. Войцеховскій*.

Къ проекту, утвержденному Департаментомъ жел. дорогъ по докладу 7 Сентября 1898 г. № 1708.

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

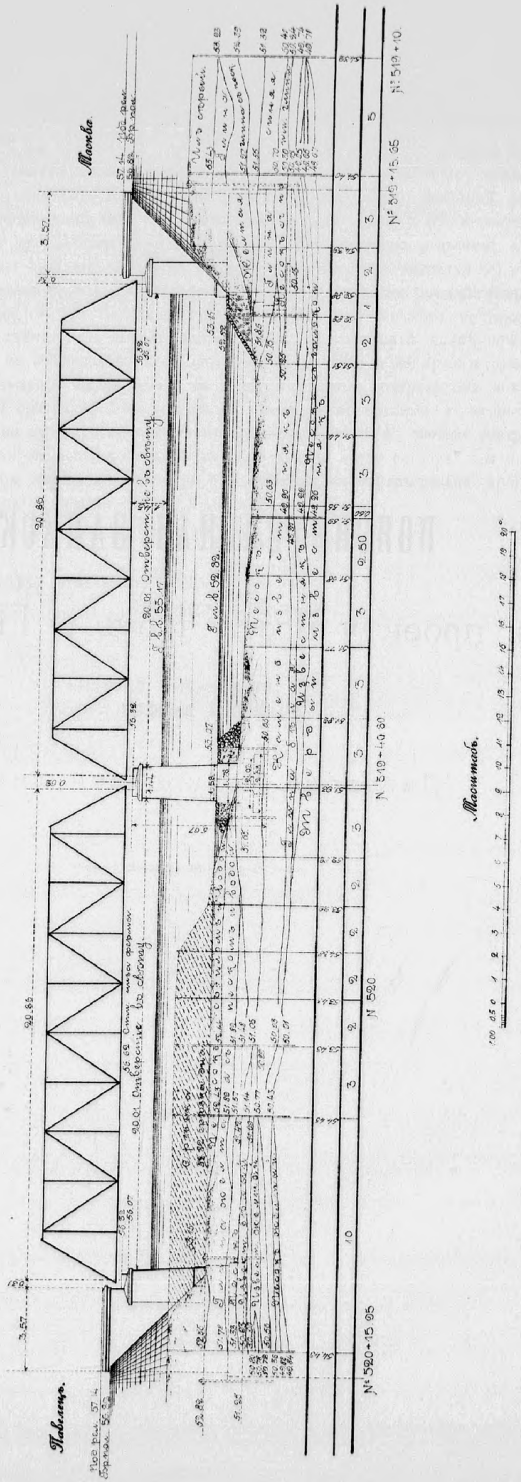
ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ПАХРУ

на 211 верстѣ

Лавелецъ-Московской линіи.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста отверстіемъ 40,00 саж. чрезъ рѣку ПАХРУ

на 211 верстѣ

Павелецъ-Московской линіи.

Рѣка Пахра, правый притокъ рѣки Москвы, беретъ свое начало у села Кутменова, въ 100 верстахъ выше пересѣченія ея линіей Павелецъ-Московской желѣзной дороги. На всемъ своемъ протяженіи, отъ истоковъ до пересѣченія ея линіей желѣзной дороги, рѣка Пахра не судоходна, какъ по своему мелководью, такъ и вслѣдствіе цѣлаго ряда плотинъ, перепружающихъ рѣку. Существованіе плотинъ на рѣкѣ Пахрѣ не можетъ однако имѣть вліяніе на наибольшій расходъ высокихъ водъ, такъ какъ уже ближайшія къ мѣсту перехода плотины расположены достаточно далеко отъ моста и поддерживаютъ небольшіе пруды, заключенные въ узкихъ высокихъ берегахъ. Ближайшая плотина ниже перехода у дер. Новлинской находится въ разстояніи 7 верстъ отъ линіи; плотина деревянная, разборная. Выше перехода ближайшая плотина у села Домодѣдова поддерживаетъ небольшой прудъ на рѣкѣ Рожай, впадающей въ Пахру въ разстояніи 5-ти верстъ отъ линіи. Объемъ пруда 14700 куб. саж.

Кромѣ того имѣется еще рядъ вышележащихъ плотинъ: затопляемая высокими водами у дер. Услонь въ 12,5 вер., у дер. Выпловой въ 18 вер. и при впаденіи рѣки Десны въ Пахру въ 25 верстахъ отъ моста.

Русло рѣки Пахры по обѣ стороны пересѣченія ея линіей желѣзной дороги довольно широкое, извилистое, съ крутыми берегами. Пойма рѣки какъ у перехода, такъ и на довольно значительное разстояніе по теченію выше, представляетъ широкую равнину, поросшую травою и затопляемую весенними водами; берега поймы въ общемъ отлогіе, обрывисты лишь въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ меженнее русло рѣки прижимается къ берегамъ поймы.

Для перехода чрезъ рѣку Пахру, между деревнею Белеутово и деревнею Павловской, выбранъ по возможности прямой плесъ рѣки длиною около 350 саженъ; здѣсь рѣка течетъ почти по срединѣ поймы, лишь нѣсколько отклонялсь къ правому берегу. Въ 120 саж. ниже перехода, послѣ впаденія въ рѣку Пахру съ лѣвой стороны притока Битцы, рѣка дѣлаетъ крутой поворотъ къ лѣвому обрывистому берегу поймы и отразившись, опять переходитъ на средину поймы.

Ледоходъ на рѣкѣ Пахрѣ, по словамъ мѣстныхъ старожиловъ, наступаетъ одновременно съ проходомъ весеннихъ водъ и въ зависимости отъ горизонта весеннихъ водъ проходитъ или въ берегахъ, или же, какъ это бываетъ при высокихъ водахъ, идетъ и по руслу рѣки и по правой поймѣ, направляясь отъ деревни Павловской на село Старый Ямъ (Пахра).

Скорость ледохода у перехода незначительна вслѣдствіе широкаго разлива рѣки въ мѣстѣ перехода и подпора водъ рѣки Пахры высокими водами рѣки Москвы, въ которую рѣка Пахра впадаетъ у села Мячикова на 23,5 вер. ниже пересѣченія съ линіей. Такъ какъ ледоходъ на рѣкѣ Пахрѣ всегда наступаетъ послѣ вскрытія рѣки Москвы, то ледъ идетъ сравнительно рыхлый небольшими льдинами, площадью 10—15 кв. саж. при толщинѣ 0,30—0,40 саж.

Уклонъ высокихъ водъ рѣки Пахры опредѣленъ по двумъ отмѣткамъ горизонтовъ высокихъ водъ 1897 года; одной, отмѣченной въ селѣ Старый Ямъ на цоколѣ каменнаго дома у заставы, и по другой, возстановленной у села Домодѣдова на мельницѣ. По первой отмѣткѣ горизонтъ высокихъ водъ приходится на горизонтали 54,54, по второй на горизонтали 55,09. Такъ какъ раз-

стояніе между обѣими отмѣтками горизонтовъ высокихъ водъ равно 7 вер. 200 саж., то сравненіе обоихъ уровней опредѣляетъ средній уклонъ:

$$i=\frac{55,09-54,54}{3700}=\frac{0,55}{3700}=0,000149.$$

Что касается до отдѣльныхъ перекатовъ и плесовъ, то ихъ предѣльный уклонъ измѣняется въ зависимости отъ ширины русла и поймы.

Въ плесѣ между селомъ Старый Ямъ и деревнею Новлинскою, гдѣ рѣка не имѣетъ такой широкой поймы и течетъ въ сравнительно узкихъ берегахъ, средній уклонъ:

$$i=\frac{54,54-53,97}{2160}=\frac{0,57}{2160}=0,000264.$$

По даннымъ Московско-Курской желѣзной дороги, которая пересѣкаетъ рѣку Пахру у города Подольска, наиболѣе высокій горизонтъ высокихъ водъ отмѣченъ 1877 года, когда весеннія воды проходили съ отмѣткою на 0,46 саж. выше горизонта весеннихъ водъ 1897 года. По отмѣткѣ на мельницѣ у деревни Новлинской весеннія воды 1897 года проходили на 0,48 саж. ниже водъ 1877 года. Горизонтъ высокихъ водъ у пересѣченія Павелецкой линіи по наблюденіямъ 1897 года 54,71.

Придерживаясь болѣе точныхъ данныхъ Московско-Курской желѣзной дороги, горизонтъ высокихъ весеннихъ водъ у перехода Павелецъ-Московской желѣзной дороги опредѣлится отмѣткою:

$$54,17+0,46=55,17,$$

что оправдывается и слѣдующимъ расчетомъ. При отмѣткѣ горизонта высокихъ водъ 1897 года 55,09 по профилю у села Домодѣдова, лежащаго на 2450 сажень выше, получимъ отмѣтку на пересѣченіи:

$$55,09+0,46-0,000149\times 2450=55,19.$$

Площадь бассейна части рѣки Пахры выше пересѣченія ея линіей желѣзной дороги, исчисленная по картѣ съ масштабомъ 2 версты въ англійскомъ дюймѣ, составляетъ площадь:

$$P=2066,74 \text{ кв. верстъ.}$$

По таблицамъ, рекомендуемымъ Министерствомъ Путей Сообщенія циркуляромъ за № 11230 отъ 11 Ноября 1877 года, площадь необходимаго живого сѣченія подъ мостомъ получится отъ перемноженія площади бассейна на коэффиціентъ, указанный въ таблицахъ для бассейновъ отъ 2000 до 5000 кв. верстъ:

$$k=0,035,$$

откуда:

$$\Omega=P\times k=2066,74\times 0,035=72,3259 \text{ кв. саж.}$$

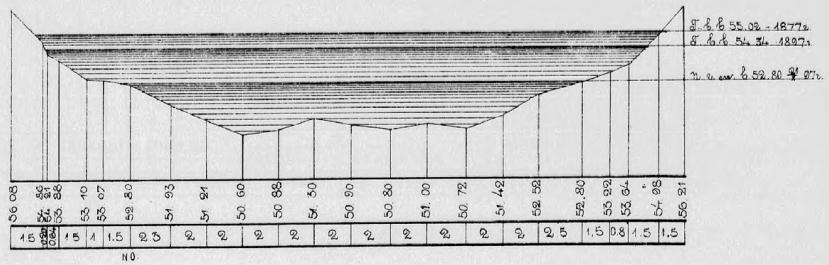
Вслѣдствіе того, что въ мѣстѣ пересѣченія рѣки Пахры Московско-Павелецкой линіей долина рѣки чрезвычайно широка, такъ что весеннія воды разливаются по поймамъ на далекое пространство тонкимъ слоемъ, между тѣмъ какъ теоретическія формулы для опредѣленія расходовъ выведены изъ наблюденій, гдѣ теченіе рѣкъ происходило въ прямыхъ и правильныхъ руслахъ, близкихъ по характеру теченія къ каналамъ, для опредѣленія расхода воды рѣки Пахры взяты четыре живыхъ сѣченія ниже перехода.

Одно сѣченіе взято въ мѣстѣ прежняго шоссейнаго моста, который былъ снесенъ водою и ледоходомъ 1877 года. Въ этомъ мѣстѣ рѣка заключена шоссейными дамбами въ узкіе берега и имѣетъ рѣзко очерченное русло, дно котораго укрѣплено камнемъ. Затѣмъ ниже по рѣкѣ въ мѣстѣ наиболѣе узкаго разлива рѣки на прямомъ сравнительно плесѣ противъ села Старое Пахрино, расположеннаго на 4,5 вер. ниже мѣста перехода чрезъ рѣку Пахру линіи Павелецъ-Московской желѣзной дороги, взято еще три поперечныхъ профиля.

Опредѣленіе расхода воды въ мѣстахъ взятыхъ сѣченій приведено въ нижеслѣдующихъ расчетахъ:

А. Расчетъ

средней скорости и количества воды въ рѣкѣ Пахрѣ по живому сѣченію русла рѣки у села Старый Ямъ, чрезъ ось дамбы бывшаго земского моста на Каширскомъ трактѣ.



№№	Разстоянія: по поверхн. воды.	Разстоянія: по дну рѣки.	Глубины на №№.	Среднія глубины.	Площади.
5,04			0,00		
	0,20	0,26		0,080	0,016
4,84			0,16		
	0,20	0,68		0,485	0,097
4,64			0,81		
	0,64	0,72		0,975	0,624
4,00			1,14		
	1,50	1,69		1,530	2,295
2,50			1,92		
	1,00	1,00		1,935	1,935
1,50			1,95		
	1,50	1,52		2,085	3,128
0			2,22		
	2,30	2,46		2,655	6,107
2,30			3,09		
	2,00	2,13		3,450	6,900
4,30			3,81		
	2,00	2,09		4,115	8,230
6,30			4,42		
	2,00	2,02		4,280	8,560
8,30			4,14		
	2,00	2,04		3,930	7,860
10,30			3,72		
	2,00	2,04		3,920	7,840
12,30			4,12		
	2,00	2,00		4,170	8,340
14,30			4,22		
	2,00	2,01		4,120	8,240
16,30			4,02		
	2,00	2,02		4,160	8,320
18,30			4,30		
	2,00	2,02		3,950	7,900
20,30			3,60		
	2,00	2,28		3,050	6,100
22,30			2,50		
	2,50	2,52		2,360	5,900
24,80			2,22		
	1,50	1,56		2,010	3,015
26,30			1,80		
	0,80	0,90		1,590	1,272
27,10			1,38		
	1,50	2,01		0,710	1,065
28,60			0,04		
	0,05	0,06		0,02	0,000
28,65			0,00		

$p=36,03$ саж. $\omega=103,744$ кв. саж.

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{103,744}{36,03}=2,8793 \text{ саж}=6,1433 \ mtr.$$

Уклонъ высокихъ водъ (принятъ уклонъ, полученный для болѣе широкаго плеса рѣки между селомъ Старый Ямъ и дер. Новлинскою):

$$i=0,000265.$$

Коэффиціентъ шероховатости дна:

$$n=0,025;\ \frac{1}{n}=40.$$

Средняя скорость:

$$v=\frac{23+40+\frac{0,00155}{0,000265}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,000149}\right)\times\frac{0,025}{\sqrt{6,1433}}}\times\sqrt{6,1433\times 0,000265}=\frac{68,8491\times 0,04035}{1+\frac{0,7211}{2,4785}}=$$

$$=\frac{2,7770}{1,2909}=2,1512 \ mtr.=1,0082 \text{ саж.}$$

Расходъ воды:

$$Q_a=103,744\times 1,0082=\mathbf{104,595} \text{ куб. саж.}$$

Во время наблюденій на откосахъ дамбъ были замѣчены слѣды разрушенія откосовъ ледоходомъ на отмѣткѣ 54,56.

Б. Расчетъ

расхода въ сѣченіи противъ села Старое Пахрино.

Всѣ три поперечные профиля сняты въ мѣстѣ наиболѣе узкаго разлива рѣки на прямомъ сравнительно плесѣ противъ села Старое Пахрино, расположеннаго на 4,5 вер. ниже мѣста перехода чрезъ рѣку Пахру линіи Павелецъ-Московской желѣзной дороги.

Горизонтъ высокихъ водъ на поперечныхъ профиляхъ исчисленъ слѣдующимъ образомъ по отмѣткѣ горизонта высокихъ водъ 1897 года, имѣющейся у моста въ селѣ Старый Ямъ, расположеннаго выше по теченію рѣки на 2 вер. 135 саж.

Для уклона высокихъ водъ принятъ средній уклонъ на плесѣ рѣки Пахры между селомъ Старый Ямъ и деревней Новлинскою, исчисленный равнымъ:

0,000265.

На протяженіи 1135 саж. паденіе горизонта высокихъ водъ будетъ:

$$0,000265\times 1135=0,30 \text{ саж.}$$

При отмѣткѣ горизонта высокихъ водъ 1897 года у заставы въ селѣ Старый Ямъ:

54,54,—

отмѣтка горизонта высокихъ водъ для профиля № 1 будетъ:

$$54,54-0,30=54,24,$$

а такъ какъ по возстановленной на мельницѣ у деревни Новлинской разницѣ горизонтъ высокихъ водъ въ 1877 году и 1897 году стоялъ выше горизонта высокихъ водъ 1897 г. на 0,48 саж., то отмѣтка самыхъ высокихъ водъ на профили № 1 будетъ:

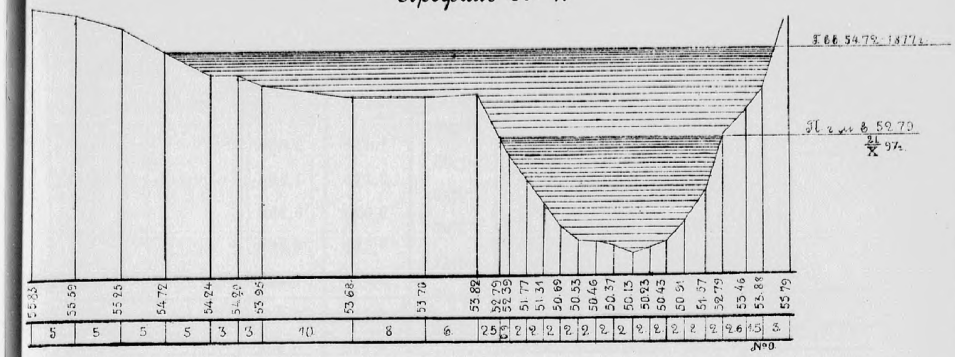
$$54,24+0,48=54,72.$$

Въ расчетахъ средней скорости получилась средняя скорость:

1,031 саж.,

выше предѣльной скорости, не допускающей размыва; въ существованіи такой значительной скорости убѣждаетъ и правый берегъ рѣки, на которомъ замѣчены слѣды размыва, вѣроятно отъ 1877 года, такъ какъ теперь правый берегъ во многихъ мѣстахъ поросъ травою.

Профиль № 1.


55.83
55.50
55.25
54.72
54.24
54.21
53.96
53.68
53.70
53.82
52.79
52.59
51.77
51.31
50.69
50.55
50.46
50.37
50.15
50.05
50.45
50.91
51.57
52.79
55.46
55.88
55.79
5
5
5
5
3
3
10
8
6
25
3
2
2
2

II. Главное русло рѣки Пахры отъ № 0+30,00 до № 0+2,82.

№№	Разстоянія: по поверхн. воды.	Разстоянія: по дну рѣки.	Глубины на №№.	Среднія глубины.	Площади.
30,00			0,90		
	2,50	2,70		1,415	3,538
27,50			1,93		
	0,90	0,97		2,115	1,904
26,60			2,30		
	2,00	2,10		2,625	5,250
24,60			2,95		
	2,00	2,05		3,180	6,360
22,60			3,41		
	2,00	2,09		3,720	7,440
20,60			4,03		
	2,00	2,01		4,110	8,220
18,60			4,19		
	2,00	2,00		4,225	8,450
16,60			4,26		
	2,00	2,00		4,305	8,610
14,60			4,35		
	2,00	2,01		4,470	8,940
12,60			4,59		
	2,00	2,00		4,540	9,080
10,60			4,49		
	2,00	2,01		4,390	8,780
8,60			4,29		
	2,00	2,06		4,050	8,100
6,60			3,81		
	2,00	2,11		3,480	6,960
4,60			3,15		
	2,00	2,34		2,540	5,080
2,60			1,93		
	2,60	2,68		1,595	4,147
0			1,26		
	1,50	1,56		1,050	1,575
1,50			0,84		
	1,32	1,56		0,420	0,554
2,82			0,00		

$p_2'=34,25$ саж. $\omega_2'=102,988$ кв. саж.

Подводный радіусъ:

$$R_2'=\frac{102,988}{34,25}=3,00 \text{ саж.}=6,39 \ mtr.$$

Уклонъ высокихъ водъ:

$$i=0,000265.$$

Коэффиціентъ шероховатости дна:

$$n=0,025;\ \frac{1}{n}=40.$$

Средняя скорость:

$$v_2'=\frac{23+40+\frac{0,00155}{0,000265}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,000265}\right)\frac{0,025}{\sqrt{6,39}}}\times\sqrt{6,39\times 0,000265}=\frac{68,8491\times 0,0411}{1,286}=\frac{2,8297}{1,286}=$$
$$=2,22 \ mtr.$$

$$v_2'=1,04 \text{ саж.}$$

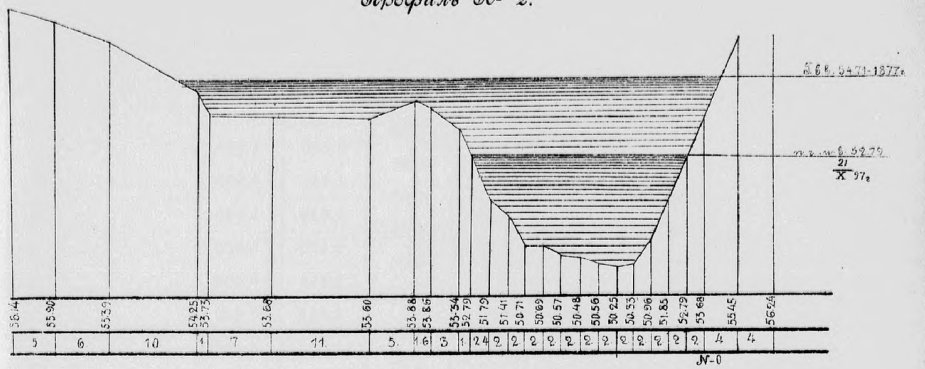
Расходъ воды:

$$q_2'=102,988\times 1,04=107,12 \text{ куб. саж.}$$

Полный расходъ воды по живому сѣченію рѣки профиля № 1:

$$Q_6'=q_1'+q_2'=10,24+107,12=117,36 \text{ куб. саж.}$$

Профиль № 2.



I. Лѣвая пойма рѣки Пахры отъ № 0+58,14 до № 0+30,00.

№№	Разстоянія: по поверхн. воды.	Разстоянія: по дну рѣки.	Глубины на №№.	Среднія глубины.	Площади.
58,14			0,00		
	4,14	4,15		0,230	0,952
54,00			0,46		
	1,00	1,13		0,720	0,720
53,00			0,98		
	7,00	7,00		1,005	7,035
46,00			1,03		
	11,00	11,00		1,070	11,770
35,00			1,11		
	5,00	5,01		0,970	4,850
30,00			0,83		

$p_1''=28,29$ саж. $\omega_1''=25,327$ кв. саж.

Подводный радіусъ:

$$R_1''=\frac{25,327}{28,29}=0,8953 \text{ саж.}=1,910 \ mtr.$$

Уклонъ высокихъ водъ:

$$i=0,000265.$$

Коэффиціентъ шероховатости дна:

$$n=0,030;\ \frac{1}{n}=33.$$

Средняя скорость:

$$v_1''=\frac{23+33+\frac{0,00155}{0,000265}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,000265}\right)\frac{0,03}{\sqrt{1,91}}}\times\sqrt{1,91\times 0,000265}=\frac{61,8491\times 0,0225}{1,6262}=\frac{1,3916}{1,6262}=$$
$$=0,856 \ mtr.=0,401 \text{ саж.}$$

Расходъ воды:

$$q_1''=25,327\times 0,401=10,156 \text{ куб. саж.}$$

II. Главное русло рѣки Пахры отъ № 0+30,00 до № 0+4,33.

№№	Разстоянія: по поверхн. воды.	Разстоянія: по дну рѣки.	Глубины на №№.	Среднія глубины.	Площади.
30,00			0,83		
	1,60	1,60		0,840	1,344
28,40			0,85		
	3,00	3,04		1,110	3,330
25,40			1,37		
	1,00	1,14		1,645	1,645
24,40			1,92		
	2,40	2,60		2,420	5,808
22,00			2,92		
	2,00	2,03		3,110	6,220
20,00			3,30		
	2,00	2,12		3,650	7,300
18,00			4,00		
	2,00	2,00		4,010	8,020
16,00			4,02		
	2,00	2,00		4,080	8,160
14,00			4,14		
	2,00	2,00		4,185	8,370
12,00			4,23		
	2,00	2,00		4,290	8,580
10,00			4,35		
	2,00	2,00		4,405	8,810
8,00			4,46		
	2,00	2,00		4,420	8,840
6,00			4,38		
	2,00	2,00		4,065	8,130
4,00			3,75		
	2,00	2,12		3,305	6,610
2,00			2,86		
	2,00	2,21		2,390	4,780
0			1,92		
	2,00	2,19		1,475	2,950
2,00			1,03		
	2,33	2,55		0,515	1,20
4,33			0,00		

$p_2''=35,70$ саж. $\omega_2''=100,12$ кв. саж.

Подводный радіусъ:

$$R_2''=\frac{100,12}{35,70}=2,80 \text{ саж.}=5,974 \ mtr.$$

Уклонъ высокихъ водъ:

$$i=0,000265.$$

Коэффиціентъ шероховатости дна:

$$n=0,025;\ \frac{1}{n}=40.$$

Средняя скорость:

$$v_2''=\frac{23+40+\frac{0,00155}{0,000265}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,000265}\right)\frac{0,025}{\sqrt{5,974}}}\times\sqrt{5,974\times0,000265}=\frac{68,8491\times0,0398}{1,2951}=\frac{2,7402}{1,2951}=$$
$$=2,1158 \ mtr.$$

$$v_2''=0,992 \text{ саж.}$$

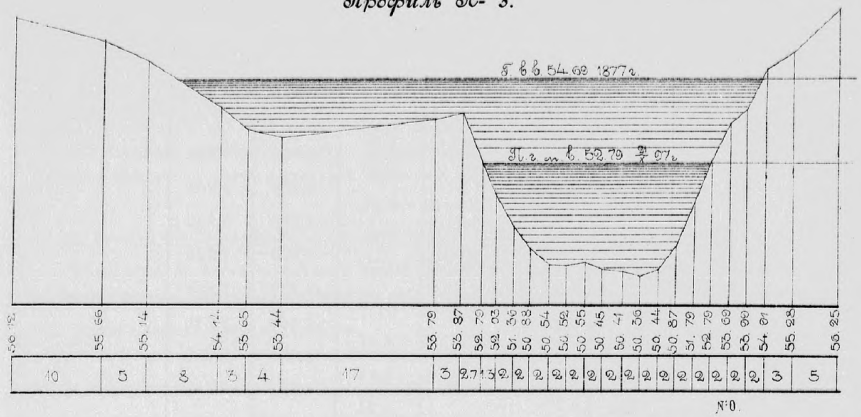
Расходъ воды:

$$q_2''=99,927\times0,992=99,128 \text{ куб. саж.}$$

Полный расходъ воды по живому сѣченію рѣки профиля № 2:

$$Q_\sigma''=q_1''+q_2''=10,156+99,128=109,284 \text{ куб. саж.}$$

Профиль № 3.



I. Лѣвая пойма рѣки Пахры отъ № 0+61,40 до № 0+30,00.

№№	Разстоянія: по поверхн. воды.	Разстоянія: по дну рѣки.	Глубины на №№.	Среднія глубины.	Площади.
61,40			0,00		
	4,40	4,43		0,275	1,210
57,00			0,55		
	3,00	3,04		0,795	2,385
54,00			1,04		
	4,00	4,01		1,145	4,580
50,00			1,25		
	17,00	17,00		1,075	18,275
33,00			0,90		
	3,00	3,00		0,860	2,580
30,00			0,82		

$p_1'''=31,48$ саж. $\omega_1'''=29,030$ кв. саж.

Подводный радіусъ:

$$R_1'''=\frac{29,03}{31,48}=0,9222 \text{ саж.}=1,968 \ mtr.$$

Уклонъ высокихъ водъ:

$$i=0,000265.$$

Коэффиціентъ шероховатости дна:

$$n=0,030;\ \frac{1}{n}=33.$$

Средняя скорость:

$$v_1'''=\frac{23+33+\frac{0,00155}{0,000265}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,000265}\right)\frac{0,03}{\sqrt{1,968}}}\times\sqrt{1,968\times0,000265}=\frac{61,8491\times0,0228}{1,6169}=\frac{1,4102}{1,6169}=$$
$$=0,872 \ mtr.=0,409 \text{ саж.}$$

Расходъ воды:

$$q_1'''=29,030\times0,409=11,873 \text{ куб. саж.}$$

II. Главное русло рѣки Пахры отъ № 0+30,00 до № 0+3,52 на правомъ берегу.

№№	Разстоянія: по поверхн. воды.	Разстоянія: по дну рѣки.	Глубины на №№.	Среднія глубины.	Площади.
30,00			0,82		
	2,70	2,91		1,360	3,672
27,30			1,90		
	1,30	1,51		2,280	2,964
26,00			2,66		
	2,00	2,11		2,995	5,990
24,00			3,33		
	2,00	2,06		3,570	7,140
22,00			3,81		
	2,00	2,03		3,980	7,960
20,00			4,15		
	2,00	2,00		4,160	8,320
18,00			4,17		
	2,00	2,00		4,155	8,310
16,00			4,14		
	2,00	2,00		4,190	8,380
14,00			4,24		
	2,00	2,00		4,260	8,520
12,00			4,28		
	2,00	2,00		4,305	8,610
10,00			4,33		
	2,00	2,00		4,290	8,580
8,00			4,25		
	2,00	2,04		4,035	8,070
6,00			3,82		
	2,00	2,20		3,360	6,720
4,00			2,90		
	2,00	2,24		2,400	4,800
2,00			1,90		
	2,00	2,19		1,450	2,900
0			1,00		
	2,00	2,02		0,850	1,700
2,00			0,70		
	1,52	1,67		0,350	0,532
3,52			0,00		

$p_2'''=34,98$ саж. $\omega_2'''=103,168$ кв. саж.

Подводный радіусъ:

$$R_2'''=\frac{103,168}{34,98}=2,9493 \text{ саж.}=6,293\ mtr.$$

Уклонъ высокихъ водъ:

$$i=0,000265.$$

Коэффиціентъ шероховатости дна:

$$n=0,025;\ \frac{1}{n}=40.$$

Средняя скорость:

$$v_2'''=\frac{23+40+\frac{0,00155}{0,000265}}{1+\left(23+\frac{0,00155}{0,000265}\right)\frac{0,025}{\sqrt{6,293}}}\times\sqrt{6,293\times0,000265}=\frac{68,8491\times0,0408}{1,2875}=\frac{2,8090}{1,2875}=$$
$$=2,1817\ mtr.$$

$$v_2'''=1,023 \text{ саж.}$$

Расходъ воды.

$$q_2'''=103,168\times1,023=105,541 \text{ куб. саж.}$$

Полный расходъ воды по живому сѣченію профиля № 3:

$$Q_б'''=q_1'''+q_2'''=11,873+105,541=117,414 \text{ куб. саж.}$$

Въ расчетѣ отверстія моста принятъ средній изъ расходовъ, полученныхъ по профилю у села Старый Ямъ и тремъ профилямъ №№ 1, 2 и 3 у села Старое Пахрино:

$$Q_0=\frac{Q_a+Q_б'+Q_б''+Q_б'''}{4}=\frac{104,595+117,360+109,284+117,414}{4}=112,16 \text{ куб. с.}$$

Отверстіе моста.

На основаніи вышеприведенныхъ данныхъ чрезъ рѣку Пахру проектируется построить для Павелецъ-Московской линіи постоянный желѣзный мостъ отверстіемъ:

$$L=40 \text{ саж.}$$

въ два пролета по 20 сажень.

Русло рѣки въ мѣстѣ пересѣченія линіей желѣзной дороги предполагается разработать для увеличенія живого сѣченія, какъ показано на чертежѣ, до подпорнаго горизонта меженнихъ водъ.

Достаточность принятаго отверстія:

$$L=40 \text{ саж.}$$

подтверждается слѣдующимъ расчетомъ, въ которомъ приняты обозначенія:

ω—площадь живого сѣченія подъ мостомъ . . . . . =94,069 кв. саж.

Q—расходъ воды, равный . . . . . =112,16 куб. саж.

U_0—средняя скорость теченія въ нестѣсненномъ руслѣ:

$$U_0=\frac{1,0082+1,04+0,992+1,023}{4} \quad . . . . . =1,02 \text{ саж.}$$

h_0—средняя глубина до розмыва дна.

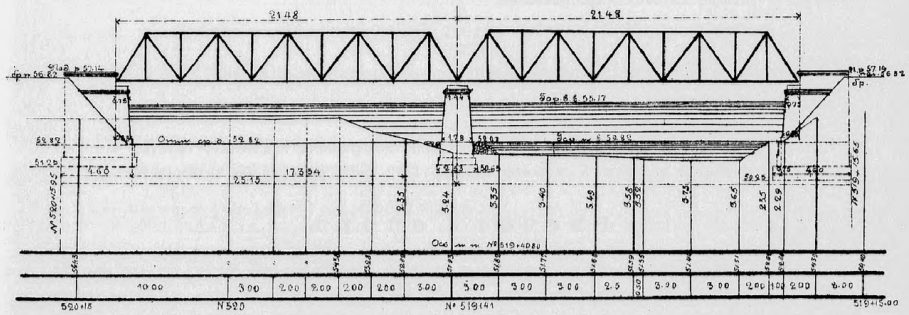
h_1—средняя глубина до размыва.

H_0—наибольшая глубина до размыва дна . . . . . =3,73 саж.

H—наибольшая глубина послѣ размыва . . . . . =3,80 саж.

μ—коэффиціентъ сжатія струи . . . . . =0,95 саж.

Профиль живого сѣченія подъ мостомъ.



Расходъ воды . . . . . 112,16 куб. саж.

Площадь живого сѣченія подъ мостомъ за вычетомъ площади части быка:

$$\omega=[2,35\times17,35+{}^1/_2(2,35+3,24)\times3+{}^1/_2(3,24+3,35)\times3+{}^1/_2(3,35+3,40)\times3+{}^1/_2(3,40+$$
$$+3,49)\times3+{}^1/_2(3,49+3,58)\times2,5+{}^1/_2(3,58+3,62)\times0,50+{}^1/_2(3,62+3,73)\times3+{}^1/_2(3,73+$$
$$+3,66)\times3+{}^1/_2(3,66+2,35)\times2+{}^1/_2(2,35+2,31)\times0,75]-[{}^1/_2(1,44+1,58)\times(55,17-$$
$$-52,72)+2,93\times(52,72-51,91)+(52,72-51,91)^2]=120,0075-6,7289=113,2786 \text{ кв. с.}$$

Ширина отверстія:

$$L=2\times21,48-2(0,75+0,88)^1/_2-{}^1/_2(1,44+1,58)=39,82 \text{ саж.}$$

Средняя глубина подъ мостомъ до размыва:

$$h_0=\frac{\omega}{L}=\frac{113,2786}{39,82}=2,84 \text{ саж.}$$

U_0—средняя скорость теченія послѣ размыва, равная средней скорости въ нестѣсненномъ руслѣ:

$$U_0=1,02 \text{ саж.}$$

Допустивъ, что въ первое половодье послѣ стѣсненія русла постройкою моста произойдетъ нѣкоторый размывъ, опредѣлимъ наибольшую глубину размыва.

По окончаніи постройки моста будетъ имѣть мѣсто равенство:

$$Q=\mu\times h_0\times L\times U_0'.$$

Вслѣдствіе стѣсненія русла и увеличенія средней скорости потока воды до нѣкоторой величины U_0' начнется размывъ, который прекратится когда станетъ:

$$U_0'=U_0.$$

При этомъ будетъ имѣть мѣсто равенство:

$$Q=\mu\times h\times L\times U_0;$$

откуда новая средняя глубина:

$$h_1=\frac{Q}{\mu\times L\times U_0}=\frac{112,16}{0,95\times 39,82\times 1,02}=\frac{112,16}{38,585}=2,90 \text{ саж.}$$

Средній размывъ:

$$h_a=h_1-h_0=2,90-2,84=0,06 \text{ саж.}$$

Отношеніе наибольшей глубины къ средней до размыва составляло:

$$\frac{H_0}{h_0}=\frac{3,73}{2,84}=1,31.$$

Предположивъ, что тоже отношеніе установится между H_1 и h_1, по прекращеніи размыва, найдемъ наибольшую глубину послѣ размыва:

$$H_1=1,31\times h_1=1,31\times 2,90=3,799\backsim 3,80.$$

Слѣдовательно наибольшая величина размыва можетъ достигнуть отмѣтки:

$$55,17-3,80=51,37.$$

Въ дѣйствительности же размывъ достигнетъ лишь поверхности скалистаго грунта, который при средней, принятой въ расчетѣ скорости, равною 1,02 саж., размыву не подвергается.

Расчетъ опоръ.

Переходъ чрезъ рѣку Пахру предполагается мостомъ отверстіемъ 40 сажень въ два пролета по 20 саженъ. Отмѣтка горизонта высокихъ водъ 55,17. Ледоходъ происходитъ во время высокихъ водъ. Чтобы ледъ не могъ повредить ферму, отмѣтка полотна при переходѣ чрезъ р. Пахру назначена на 56,82 и отмѣтка подошвы рельса 57,14. При этомъ отмѣтка низа фермы 56,62 и возвышеніе ея надъ горизонтомъ высокихъ водъ:

$$56,62-55,17=1,45 \text{ саж.}>0,50.$$

Отмѣтка подферменнаго камня 56,32.

Грунтъ ложа рѣки Пахры состоитъ изъ прослойковъ сначала песку и глины, затѣмъ плотной глины и камня.

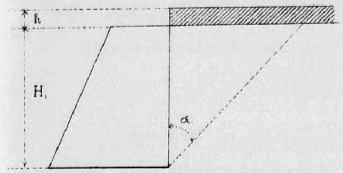
Поэтому основаніе опоръ предположено естественное съ заложеніемъ непосредственно на камнѣ.

Расчетъ устоя.

Расчетъ устойчивости сдѣланъ для Московскаго устоя, подвергающагося большему распору насыпи.

Подошва основанія Московскаго устоя предположена на отмѣткѣ . . . . . 50,15.

Подошва основанія Павелецкаго . . . . . 51,25.



Величина горизонтальнаго распора насыпи равномѣрно нагруженной вѣсомъ верхняго строенія пути и поѣздомъ вычисляется по формулѣ:

$$E=\gamma\left(\frac{H_1^2}{2}+H_1h\right)tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)A, \text{ гдѣ:}$$

γ—вѣсъ 1 кубической саж. земли=1000 пуд.;

H_1—высота насыпи 56,82—50,15=6,67 саж.;

h—высота слоя земли, замѣняющаго давленіе нагрузки на насыпь;

φ—уголъ естественнаго откоса=32°;

A—ширина устоя=6,84 саж.

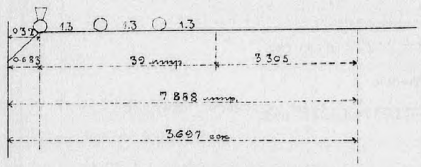
$$tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=tg29^0=0,55431;\ tg^2 29^0=0,307.$$

Въ такомъ случаѣ:

$$E=1000\left(\frac{H_1^2}{2}+H_1h\right)tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)A=307\left(\frac{H_1^2}{2}+H_1h\right)A.$$

Длина призмы обрушенія:

$$l=H_1tg\alpha=H_1tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=6,67\times 0,55431=3,697 \text{ саж.}=7,888\ mtr.$$



На длинѣ l помѣщается 4 оси паровоза какъ представлено на схематическомъ чертежѣ.

Величина временной нагрузки:

$$p_1=4\times 15=60 \text{ тн.}=3663 \text{ пуд.}$$

Кромѣ того нагрузку на насыпь составляютъ слой балласта, толщиной 0,32 саж., поперечины и рельсы.

Вѣсъ поперечинъ, считая на 1 пог. саж. 4 шт. изъ 6 вершк. дерева (6 вер.=10½″) длиной 1,25 саж., распиленнаго пополамъ:

$$\frac{\pi\left(\frac{10^1/_2}{2}\right)^2\times 1,25\times 7\times 4\times 3,697\times 1,12}{2\times 144} \ldots\ldots\ldots\ldots 43,54 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ рельсовъ по 22½ фун. на погонный футъ:

$$\frac{22^1/_2}{40}\times 2+3,697\times 7 \ldots\ldots\ldots\ldots 29,15 \text{ „}$$

$$p_2=72,69 \text{ пуд.}$$

Высота слоя земли, замѣняющаго нагрузку, считая двойной путь:

$$h=\frac{2p_1+2p_2}{1000\times 3,697\times 6,84}+0,32=\frac{2(3663+72,69)}{25287,48}+0,32=0,295+0,320=0,615 \text{ саж.}$$

Горизонтальный распоръ земли за устоемъ равенъ:

$$E=307\left(\frac{6,67^2}{2}+6,67\times 0,615\right)\times 6,84=2099,88(22,2445+4,1020)=55324 \text{ пуд.}$$

Плечо силы горизонтальнаго распора относительно подошвы:

$$e=\frac{H_1+3h}{H_1+2h}\times\frac{H_1}{3}=\frac{6,67+3\times0,615}{6,67+2\times0,615}\times\frac{6,67}{3}=\frac{8,515}{7,90}\times2,22=1,0778\times2,22=2,39 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$M=Ee=55324\times2,39=132224 \text{ пудо-саж.}$$

Такъ какъ выступающія переднія части устоя подвергаются распору не всей насыпи, а только распору откоса конуса, то изъ найденной величины E слѣдуетъ вычесть распоръ двухъ призмъ, имѣющихъ ширину:

$$a={}^1/_2(6,84-5,17)={}^1/_2\times1,67 \text{ саж.}$$

Высоту призмъ опредѣлимъ слѣдующимъ образомъ:

Длина задней части устоя. . . . . 3,02 саж.

Отмѣтка бровки полотна . . . . . 56,82 „

Откосъ конуса одиночный.

Слѣдовательно отмѣтка пересѣченія грани откоса съ выступомъ устоя:

$$56,82-(3,02-0,25)=54,05.$$

Высота призмъ:

$$56,82-54,05=2,77 \text{ саж.}$$

Распоръ призмъ:

$$E'=1000\times2h^2tg45^0\times tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)\times a=1000\times2,77^2\times1,67tg29=1000\times2,77^2\times1,67\times$$
$$\times0,55431=7102 \text{ пуд.}$$

Плечо силы E' относительно подошвы устоя:

$$e'={}^1/_3h+(54,05-50,15)={}^1/_3\times2,77+3,90=4,82 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$M'=E'e'=7102\times4,82=34232 \text{ пудо-саж.}$$

Слѣдовательно величина распора земли за устоемъ:

$$E_1=E-E_1'=55324-7102=48222 \text{ пуд.}$$

Моментъ:

$$M_1=M-M'=132224-34232=97992 \text{ пудо-саж.}$$

Погруженная въ землю часть устоя будетъ испытывать дѣйствіе обратнаго распора земли впереди устоя.

Отмѣтка поверхности земли передъ устоемъ . . . . . 52,82.

Обратный распоръ земли передъ устоемъ вычислимъ по формулѣ:

$$E_2=307\frac{H_2^2}{2}\times A,$$

гдѣ: $H_2=52,82-50,25=2,57$ саж.

За ширину устоя A беремъ среднюю ширину площади, подверженной давленію.

$$A=\frac{1}{2,57}(7,14\times1,57+7,34\times1,00)-\frac{18,5498}{2,57}=7,217 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ обратный распоръ:

$$E_2=307\frac{2,57^2}{2}\times7,227=7316 \text{ пуд.}$$

Плечо относительно подошвы:

$$e_2={}^1/_3H_2={}^1/_3\times2,57=0,857 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$M_2=E_2e_2=7316\times0,857=6269,8 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая горизонтальныхъ силъ:

$$E_0=E_1-E_2=48222-7316=40906 \text{ пуд.}$$

Сумма моментовъ:

$$M_0=M_1-M_2=97992-6269,8=91722,2 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей:

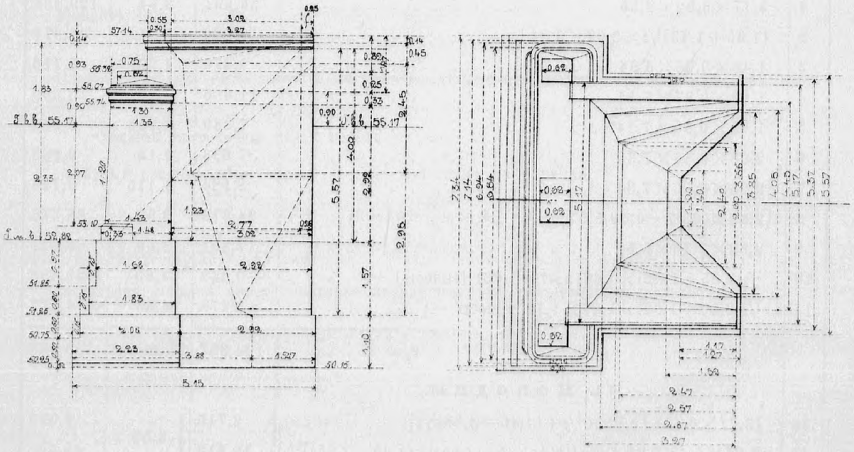
$$e_0=\frac{M_0}{E_0}=\frac{91722,2}{40906}=2,242 \text{ саж.}$$

Горизонтальная сила E_0 стремится опрокинуть или сдвинуть устой въ сторону русла. Перемѣщенію устоя сопротивляется сила тяжести и сила тренія подошвы устоя по основанію.

Объемы и моменты частей устоя относительно передняго ребра помѣщены въ слѣдующей таблицѣ.

№№	Данныя.	Объемы саж.[3]	Плечи саж.'	Моменты саж.[4]
	I. Стѣнки устоя безъ вычета пустотъ.			
	а) До горизонта воды:			
1	$5,17\times3,02+1,83$	28,572	3,54	101,144
2	$(1,30+1,35)^1/_2\times0,90\times6,84$	8,156	1,355	11,051
3	$0,55\times5,17\times0,93$	2,644	1,755	4,640
4	$^1/_2(3,35+1,00)\times1,17\times1,83$ (вычесть)—	—4,657	4,60	—21,422
	$v_1=$	34,715	$m_1=$	95,413
	б) Ниже горизонта воды:			
1	$5,17\times3,02\times2,35$	36,691	3,54	129,886
2	$(1,35+1,43)^1/_2\times2,07\times6,84$	19,680	1,34	26,371
3	$1,48\times0,28\times6,94$	2,876	1,29	3,710
4	$1,68\times0,97\times7,14$	11,635	1,29	15,009
5	$1,83\times0,60\times7,14$	7,839	1,215	9,524
6	$2,08\times0,50\times7,34$	7,633	1,19	9,083
7	$2,23\times0,50\times7,34$	8,184	1,115	9,125
8	$2,92\times(0,97+0,60)5,37$	24,618	3,59	88,378
9	$2,92\times1,10\times5,57$	17,891	3,69	66,017
10	$^1/_2(3,35+1,00)\times1,17(5,57-1,83)$ (вычесть) —	—9,542	4,60	—43,893
11	$^1/_2(3,55+1,00)\times1,27\times1,10$ вычесть —	—3,178	4,65	—14,777
	$v_2=$	124,327	$m_2=$	298,433
	II. Колодцы.			
1а	$(3,27\times0,45)\ [3,85\times{}^1/_2+(4,45-3,85)^1/_3]$	2,715	3,53	9,583
1б	$2,87\times0,45\{3,85\times{}^1/_2+{}^1/_2[(4,45-3,85)+(4,05-3,85)]^1/_3\}$	12,319		45,45

№№	Данныя.	Объемы саж.³	Плечи саж.'	Моменты саж.⁴
2а	$2{,}87\times2{,}45\left(2{,}60\times{}^1/_2+\frac{(3{,}85-2{,}60)+(4{,}05-2{,}60)}{2}\times{}^1/_3\right)$	2,65	3,69	9,354
2б	$2{,}57\times2{,}45[2{,}60\times{}^1/_2+(4{,}05-2{,}60){}^1/_2\times{}^1/_3]$	9,714		35,844
3а	$2{,}47\times2{,}95[{}^1/_2\times1{,}40+{}^1/_2[(2{,}40-1{,}40)+(3{,}85-1{,}40)]{}^1/_3]$	2,482	4,05	10,052
3б	$1{,}52\times2{,}95[{}^1/_2\times1{,}40+{}^1/_2(3{,}85-1{,}40){}^1/_3]$	9,276		37,567
4	${}^1/_2(3{,}35+1{,}00)\times1{,}17\times5{,}57$ (вычесть)—	—14,174	4,60	—65,200
	$v_3=$	24,982	$m_3=$	82,657
	III. Земля на обрѣзахъ.			
1	$0{,}10\times5{,}57(5{,}45-3{,}55)$	1,058	5,10	5,395
2	$0{,}15\times6{,}90\times0{,}97$	1,004	0,375	0,376
3	$0{,}15\times6{,}90\times1{,}57$	1,625	0,225	0,366
4	$0{,}15\times7{,}10\times(1{,}57+0{,}50)$	2,205	0,075	0,165
5	$0{,}25\times0{,}20\times4{,}00$	0,200	4,825	0,965
6	${}^1/_2(1{,}23+4{,}00)0{,}20\times2{,}77\times2$	2,897	3,66	10,603
7	${}^1/_2\times1{,}23\times1{,}23\times0{,}15\times2\times2$	0,454	1,42	0,644
8	$1{,}57\times0{,}10\times2{,}92\times2$	0,917	3,59	3,292
9	$1{,}57\times0{,}10\times2{,}08\times2$	0,653	1,19	0,777
10	$1{,}23\times0{,}20\times(6{,}90-5{,}25)$	0,356	2,08	0,740
11	$1{,}57\times0{,}10(6{,}90-5{,}45)$	0,227	2,18	0,494
	$v_4=$	11,596	$m_4=$	23,817



Равнодѣйствующую силъ тяжести, вычитая вѣсъ вытѣсненной воды (вѣсъ куб. саж. 593 пуд.) найдемъ равною:

$$P_1=v_1\times1300+v_2\times(1300-593)-v_3\times300+v_4\times1000=34{,}715\times1300+124{,}327\times707-$$
$$-24{,}982\times300+11{,}596\times1000=45129{,}5+87899{,}1-7494{,}6+11596=137130 \text{ пуд.}$$

Сумма моментовъ вертикальныхъ силъ:

$$M_1=m_1\times1300+m_2\times(1300-593)-m_3\times300+m_4\times1000=95{,}413\times1300+298{,}433\times707-$$
$$-82{,}657\times300+23{,}817\times1000=124037+210992-24797+23817=334049 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе устоя:

$$\vartheta=\frac{M_1}{M_0}=\frac{334049}{91722{,}2}=3{,}64.$$

Сдвиженію устоя препятствуетъ треніе подошвы о грунтъ. Величина силы тренія выражается формулой:

$$F=fP, \text{ гдѣ:}$$

f — коэффиціентъ тренія кладки о каменистый грунтъ $=0{,}74$:

$$F=0{,}74\times137130=101476 \text{ пуд.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$\eta=\frac{F}{E_0}=\frac{101476}{40906}=2{,}48.$$

Давленіе на грунтъ.

Давленіе на квадратный дюймъ грунта нижняго основанія при дѣйствіи вертикальной и горизонтальной силъ опредѣлимъ по формулѣ неравномѣрнаго сжатія:

$$N=\frac{Q}{\Omega}+\frac{Q\times a}{J}\times(z_0-y), \text{ гдѣ:}$$

y — разстояніе сѣченія нижняго основанія, въ которомъ опредѣляется давленіе отъ передняго ребра.

Наибольшее давленіе основанія на грунтъ (въ переднемъ ребрѣ при $y=0$) опредѣлимъ по формулѣ:

$$Nmax=\frac{P}{\Omega}+\frac{P\times a}{J}\times z_0,$$

P — сила тяжести найдена ранѣе за вычетомъ потери вѣса въ водѣ равною 137130 пуд.

Для полученія наибольшаго давленія, пренебрежемъ потерею вѣса въ водѣ и прибавимъ нагрузку на устой отъ вѣса верхняго строенія и поѣзда.

а) Объемъ вытѣсненной воды опредѣленъ выше:

$$v_2=124{,}327 \text{ куб. саж.}$$

Моментъ:

$$m_2=298{,}433 \text{ саж.}^4$$

Вѣсъ:

$$q_2=124{,}327\times593=73826 \text{ пуд.}$$

Моментъ относительно передняго ребра:

$$m_2=298{,}433\times593=176970 \text{ пудо-саж.}$$

б) Наибольшая реакція отъ верхняго строенія съ поѣздомъ:

$$q_6=21940 \text{ пуд.}$$

Моментъ относительно передняго ребра:

$$m_6=21940\times1{,}17=25670 \text{ пудо-саж.}$$

Наибольшее значеніе вертикальной силы:

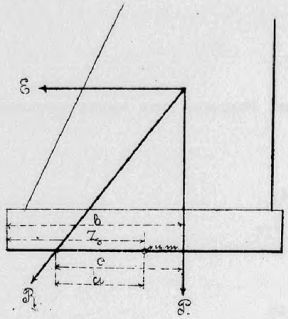
$$P_0 = 137130 + 73826 + 21940 = 232896 \text{ пуд.}$$

Моментъ:

$$M_0 = 334049 + 176970 + 25670 = 536689 \text{ пудо-саж.}$$

Ω—площадь нижняго основанія:

$$\left(7{,}34 \times 2{,}23 + 2{,}92 \times 5{,}57 - \frac{3{,}55 + 1{,}00}{2} \times 1{,}27\right) \times 7056 = 29{,}7436 \times 7056 = 209870 \text{ кв. дм.}$$



z_0—разстояніе центра тяжести нижняго основанія отъ передняго ребра, какъ найдено далѣе:

$$z_0 = 2{,}15 \text{ саж.} = 180{,}6 \text{ дм.}$$

a—разстояніе центра давленія отъ центра тяжести найдется слѣдующимъ образомъ:

Пусть b—плечо вертикальной силы P—относительно передняго ребра:

$$b = \frac{M_0}{P_0} = \frac{536689}{232896} = 2{,}30 \text{ саж.}$$

Вертикальная и горизонтальная силы, дѣйствующія на устой, даютъ равнодѣйствующую R, наклонную къ плоскости основанія.

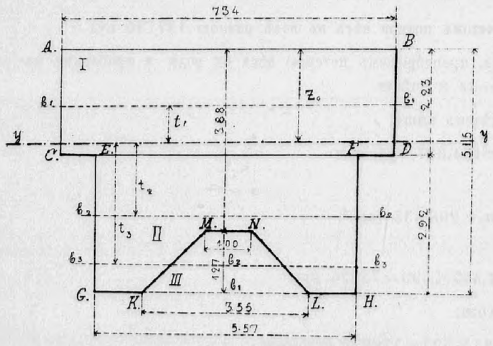
Разстояніе c между точками пересѣченія съ плоскостью основанія силъ R и P_0 опредѣлится какъ катетъ прямоугольнаго треугольника, у котораго другой катетъ будетъ плечо e_0 силы распора, а противолежащій уголъ образуется направленіемъ равнодѣйствующей R и направленіемъ вертикальной силы P_0:

$$c = e_0 \times \frac{E_0}{P_0} = 2{,}242 \times \frac{40906}{232896} = 0{,}39 \text{ саж.}$$

Тогда a найдется слѣдующимъ образомъ: $(b-c)$ разстояніе центра давленія отъ передняго ребра, слѣдовательно разстояніе центра давленія отъ центра тяжести:

$$a = z_0 - (b - c) = 2{,}15 - (2{,}30 - 0{,}39) = 0{,}24 \text{ саж.} = 20 \text{ дм.}$$

J—моментъ инерціи площади нижняго основанія относительно оси, проходящей чрезъ центръ тяжести, параллельно переднему ребру.



Для нахожденія момента инерціи разобьемъ площадь основанія устоя на 3 части:

прямоугольники:

I. $ABCD$,

II. $EFGH$,

и трапецію:

III. $KLMN$.

Тогда площадь основанія:

$$\Omega = \omega_{\text{I}} + \omega_{\text{II}} + \omega_{\text{III}}.$$

Статическіе моменты относительно передняго ребра:

$$M_1 = 7{,}34 \times 2{,}23 \times 1{,}115 \ldots\ldots = 18{,}250 \text{ (саж.)}^3$$

$$M_2 = 5{,}57 \times 2{,}92 \times 3{,}69 \ldots\ldots = 60{,}015 \quad ,,$$

$$M_3 = \left(\frac{1{,}00 + 3{,}55}{2}\right) \times 1{,}27 \times 4{,}63 \ldots\ldots = 13{,}377 \quad ,,$$

при чемъ плечо трапеціи найдено какъ разность:

$$5{,}15 - x = 5{,}15 - 0{,}52 = 4{,}63 \text{ саж.;}$$

x—разстояніе центра тяжести трапеціи отъ нижняго основанія:

$$x = \frac{b_1 + 2b_2}{b_1 + b_2} \times \frac{h}{3} = \frac{1{,}00 \times 2 + 3{,}55}{1{,}00 + 3{,}55} \times \frac{1{,}27}{3} = 0{,}52 \text{ саж.}$$

Сумма статическихъ моментовъ:

$$\Sigma m = 18{,}250 + 60{,}015 - 13{,}377 = 63{,}887 \text{ саж.}^3,$$

дѣленная на сумму площадей;

$$\Omega = 16{,}368 + 16{,}264 - 2{,}889 = 29{,}743 \text{ саж.}$$

даетъ величину z_0—разстояніе общаго центра тяжести отъ передняго ребра:

$$z_0 = \frac{\Sigma m}{\Omega} = \frac{63{,}887}{29{,}743} = 2{,}15 \text{ саж.}$$

Обозначая чрезъ t_1, t_2 и t_3 разстоянія центровъ тяжести площадей ω_{I}, ω_{II} и ω_{III} отъ оси, проходящей чрезъ общій центръ тяжести, найдемъ:

$$t_1 = 2{,}15 - 1{,}115 \ldots\ldots\ldots\ldots = 1{,}035 \text{ саж.}$$

$$t_2 = 1{,}46 + 0{,}08 \ldots\ldots\ldots\ldots = 1{,}54 \quad ,,$$

$$t_3 = 2{,}92 + 0{,}08 - 0{,}52 \ldots\ldots\ldots\ldots = 2{,}48 \quad ,,$$

Моментъ инерціи площади основанія относительно центральной оси выразится формулой:

$$J = i_1 + \omega_1 t_1^2 + i_2 + \omega_2 t_2^2 + i_3 + \omega_3 t_3^2.$$

Для площади трапеціи (III) моментъ инерціи взятъ по формулѣ:

$$i_3 = \frac{6b_1^2 + 6b_1(b_2 - b_1) + (b_2 - b_1)^2}{36(b_1 + b_2)}.$$

Подставляя численныя величины, находимъ:

$$J = \frac{2{,}23^3 \times 7{,}34^3}{12} + 16{,}368 \times 1{,}035^2 + \frac{2{,}92^3 \times 5{,}57^3}{12} + 16{,}264 \times 1{,}54^2 -$$

$$- \frac{6 \times 1{,}00^2 + 6 \times 1{,}00 \times 2{,}55 + 2{,}55^2}{36 \times 4{,}55} \times 1{,}27^3 - 2{,}889 \times 2{,}48^2 = 6{,}782 +$$

$$+ 17{,}530 + 11{,}556 + 38{,}517 - 0{,}347 - 17{,}779 = 56{,}24 \text{ саж.}^4 \times 84^4 = 2800028529 \text{ дм.}^4$$

Подставляя найденныя значенія въ формулу, получимъ:

$$N_{max} = \frac{P_0}{\Omega} + \frac{P_0 \times a}{J} \times z_0 = \frac{232896}{209870} + \frac{232896 \times 20 \times 180{,}6}{2800028529} = 1{,}109 + 0{,}300 = 1{,}409 \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2},$$

что при заложеніи основанія на скалѣ значительно менѣе допускаемой величины.

Для полной увѣренности въ неизмѣнномъ положеніи устоя, опредѣлимъ наименьшее давленіе подошвы устоя на грунтъ (въ заднемъ ребрѣ при $y = 5{,}15$ саж.).

Наиболѣе невыгодные результаты получаются въ томъ случаѣ, если принять во вниманіе потерю вѣса въ водѣ и предположить устой свободнымъ отъ нагрузки. Тогда значеніе вертикальной силы напишемъ такъ:

$$P_1 = 137130 \text{ пуд.}$$

Моментъ этой силы относительно передняго ребра:

$$M_1 = 334049 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо:

$$b_1 = \frac{M_1}{P_1} = \frac{334049}{137130} = 2{,}43 \text{ саж.}$$

Величина c_1:

$$c_1 = \frac{E_0 e_0}{P_1} = \frac{2{,}242 \times 40906}{137130} = 0{,}668 \text{ саж.}$$

Разстояніе центра давленія отъ центра тяжести:

$$a_1 = z_0 - (b_1 - c_1) = 2{,}15 - (2{,}43 - 0{,}668) = 0{,}388 = 32{,}59 \text{ дм.}$$

Величина:

$$z_0 - y = 2{,}15 - 5{,}15 = -3{,}00 \text{ саж.} = -252 \text{ дм.}$$

Подставляя численныя величины въ формулу неравномѣрнаго сжатія, найдемъ наименьшее давленіе:

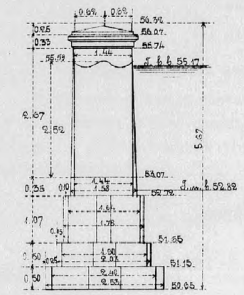
$$Nmin = \frac{137130}{209870} - \frac{137130 \times 32{,}59 \times 252}{2800028529} = 0{,}653 - 0{,}402 = 0{,}251 \text{ пуд.} > 0.$$

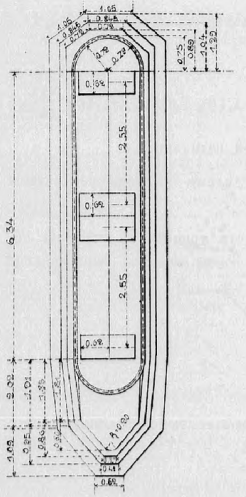
Такимъ образомъ прочность и устойчивость устоя обезпечена во всѣхъ отношеніяхъ.

Б ы к ъ.

Основаніе быка предположено опустить на 0,15 саж. въ слой известковаго камня до отмѣтки 50,65.

Для того, чтобы убѣдиться въ прочности и устойчивости быка, въ настоящемъ случаѣ достаточно провѣрить давленіе быка на основаніе.





Нагрузку на основаніе составляютъ:

1) Собственный вѣсъ быка:

$$0{,}62 \times 1{,}24 \times 0{,}25 \times 4 \quad \ldots\ldots\ldots = 0{,}768.$$

2) $$\left(\frac{1{,}44 \times 0{,}12}{2} \times (2{,}55 - 0{,}62)\right) \times 2 \quad \ldots\ldots = 0{,}333.$$

3) $$[6{,}34(1{,}44 + 1{,}58)^{1}/_{2} + (0{,}79^2 + 0{,}72^2 + 0{,}79 \times \times 0{,}72)^{1}/_{3} \times 3{,}14] \times (2{,}67 + 0{,}33 + 0{,}35). \quad \ldots = 38{,}066.$$

4) $$\left(6{,}34 \times 1{,}78 + \frac{0{,}72 \times 4 \times 0{,}89}{2} + \frac{(1{,}78 + 1{,}64)}{2} \times \times 1{,}85 + \frac{(1{,}64 + 0{,}27)}{2} \times 0{,}86\right) 1{,}07 \quad \ldots = 17{,}711.$$

5) $$\left(6{,}34 \times 2{,}03 + \frac{0{,}845 \times 4 \times 1{,}04}{2} + + \frac{(2{,}03 + 1{,}90)}{2} \times 1{,}91 + \frac{(1{,}90 + 0{,}41)0{,}25}{2}\right) \times \times 0{,}50 \quad \ldots\ldots\ldots = 9{,}737.$$

6) $$\left(6{,}34 \times 2{,}53 + \frac{1{,}05 \times 4 \times 1{,}29}{2} + + \frac{(2{,}53 + 2{,}40)2{,}02}{2} + \frac{(2{,}40 + 0{,}62)1{,}09}{2}\right) 0{,}50 = 12{,}687.$$

7) $$\left(\frac{1{,}58 + 1{,}44}{2} \times 1{,}81 + {}^{1}/_{2} \times 1{,}44 \times 0{,}80 - - 0{,}20^2 + {}^{1}/_{4} \times 3{,}14 \times 0{,}20 - {}^{1}/_{2} \times 3{,}14 \times \times 0{,}79^2\right) \times 0{,}35 = 2{,}133 \times 0{,}35 \quad \ldots\ldots = 0{,}747.$$

8) $$\left(2{,}133 + {}^{1}/_{2} \times 3{,}14 \times 0{,}72^2 + + \sqrt{2{,}133 \times \frac{3{,}14}{2} \times 0{,}72^2}\right) \frac{2{,}52}{3} \quad \ldots\ldots = 3{,}614.$$

Объемъ быка куб. саж. . . . 83,663.

Вѣсъ быка:

$$G_1 = 83{,}663 \times 1300 = 108762 \text{ пуд.}$$

2. а) Собственный вѣсъ верхняго строенія:

на одинъ пролетъ . . . . . = 6828,48 пуд.

б) Поперечины на 12 шт. на 10 панелей + 4 шт. на консоли, всего 124 штуки, длиною по 16',25, сѣчен. 11″ × 9″:

$$\text{вѣсъ } 16{,}25 \times \frac{11 \times 9}{144} \times 124 \times 1{,}12 \quad \ldots\ldots\ldots = 1551{,}50 \text{ „}$$

в) охранные брусья. Длин. (общ.) 149',835 × 2, сѣч. 8″ × 5″:

$$\text{вѣсъ } 2 \times 149{,}835 \times \frac{8 \times 5}{144} \times 1{,}12 \quad \ldots\ldots\ldots = 93{,}24 \text{ „}$$

г) Настилъ 11 ряд. досокъ при длинѣ 149',835, сѣч. $2^{1}/_{2}'' \times 9''$:

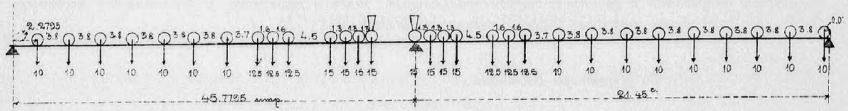
$$\text{вѣсъ } 149{,}835 \times 2 \times \frac{2^{1}/_{2} \times 9}{144} \times 11 \times 1{,}12 \quad \ldots\ldots\ldots = 288{,}42 \text{ „}$$

д) Рельсы и скрѣпленія по 25 фунт. на погон. футъ, 2 рельса длиной по 149,835':

$$\text{вѣсъ } 149{,}835 \times 2 \times \frac{25}{40} \quad \ldots\ldots\ldots = 187{,}29 \text{ „}$$

$$G_2 = \ldots 8948{,}93 \backsim 8949.$$

Реакція промежуточной опоры отъ временной нагрузки.



$$A = \frac{15}{45{,}7795}(40{,}3795 + 39{,}0795 + 37{,}7795 + 36{,}4795) + \frac{12{,}5}{45{,}7795}(31{,}9795 + 30{,}3795 + + 28{,}7795) + \frac{10}{45{,}7795}(25{,}0795 + 21{,}2795 + 17{,}4795 + 13{,}6795 + 9{,}875 + 6{,}0795 + + 2{,}2795) + \frac{15}{45{,}7795}(45{,}7795 + 44{,}4795 + 43{,}1795 + 41{,}8795) + \frac{12{,}5}{45{,}7795}(37{,}3795 + + 35{,}7795 + 34{,}1795) + \frac{10}{45{,}7795}(30{,}4795 + 26{,}6795 + 22{,}8795 + 19{,}0795 + 15{,}2795 + + 11{,}4795 + 7{,}6795 + 3{,}8795 + 795) = 212{,}98 \text{ тн.} = 12001{,}658 \backsim 12002 \text{ пуд.}$$

Полная нагрузка на основаніе быка:

$$Q' = G_1 + G_2 + A = 108762 + 8949 + 12002 = 129713 \text{ пуд.}$$

Площадь основанія быка:

$$\Omega = 6{,}34 \times 2{,}53 + \frac{1{,}05 \times 4 \times 1.27}{2} + \frac{(2{,}53 + 2{,}40) \times 1{,}47}{2} + \frac{(2{,}40 + 0{,}70) \times 1{,}00}{2} = = 23{,}93 \text{ кв. саж.} \times 84^2 = 168850 \text{ кв. дм.}$$

Давленіе на 1 кв. дм. основанія:

$$N = \frac{Q}{\Omega} = \frac{129713}{168850} = 0{,}768 \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2},$$

что значительно менѣе допускаемаго давленія для скалы.

Такимъ образомъ прочность и устойчивость быка вполнѣ обезпечены.

За Главнаго Инженера *А. Мурзо.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Б. Беккеръ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

Утвержденъ Департаментомъ жел. дорогъ по докладу 7 Сентября 1898 г. № 1708 съ оставленіемъ открытымъ вопроса объ искусственныхъ сооруженіяхъ для пропуска водъ р. Битцы и ручья Стервинка, текущихъ въ разливъ весеннихъ водъ р. Цахры и съ тѣмъ чтобы:

1) Устои были устроены по чертежу, измѣненному согласно требованія Инспекціи, при чемъ выступы переднихъ стѣнъ устоевъ, поддерживающіе подферменные камни наружныхъ мостовыхъ фермы, были соединены съ обратными стѣнками не подъ прямымъ угломъ, а нѣкоторымъ закругленіемъ.

2) Если давленіе отъ подферменныхъ камней устоевъ и быка превзойдетъ предѣльное прочное сопротивленіе бутовой кладки, подъ подферменными камнями опоръ были устроены прокладные ряды.

3) Глубина заложенія всѣхъ фундаментовъ, а равно укрѣпленіе русла, откосовъ, конусовъ и прилежащихъ дамбъ земляного полотна были приняты по соглашенію съ Инспекціею, на которую возлагается также опредѣленіе направленія и размѣровъ струенаправляющихъ дамбъ и траверсовъ у прилежащихъ мостовыхъ дамбъ, если устройство таковыхъ будетъ признано необходимымъ.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Мацѣевскій.

На копіи написано:
Вѣрно: За Дѣлопроизводителя Деливронъ.

Съ копіей вѣрно:
Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій чертежною Я. Гильманъ.

Къ проекту, одобренному г. Инспекторомъ 23 Мая 1898 г.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КЪ ПРОЕКТУ ПУТЕПРОВОДА

на 235 верстѣ

Павелецъ-Московской линіи,

(у Даниловскаго монастыря).

Копія съ копіи.

На проектѣ путепровода написано:
На подлинномъ написано:
Проектъ сей одобренъ къ исполненію Мая 23 дня 1898 года, съ тѣмъ, чтобы:

1) въ виду значительности длины устоевъ, сіи послѣдніе были разрѣзаны по оси путепровода, на двѣ симметричныя, отдѣльныя части, при соблюденіи требованія, чтобы разстояніе отъ боковыхъ граней подферменныхъ камней до плоскости разрѣза, было не менѣе 0,25 сажени, что сопряжено съ удлиненіемъ устоевъ путепровода на 0,50 сажени;

2) толщина обратныхъ стѣнокъ (сзади), показанная на проектѣ, по всей высотѣ, въ 0,35 сажени, была увеличена до 0,50 сажени, или таковая была ограничена тремя уступами, между отмѣтками 53,50 и 55,40—съ приданіемъ ей толщины 0,35 сажени, въ предѣлахъ верхняго уступа и затѣмъ послѣдовательно утолщая на 0,10 сажени;

3) родъ основанія и глубина заложенія подошвы фундаментовъ опоръ, были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта; и—

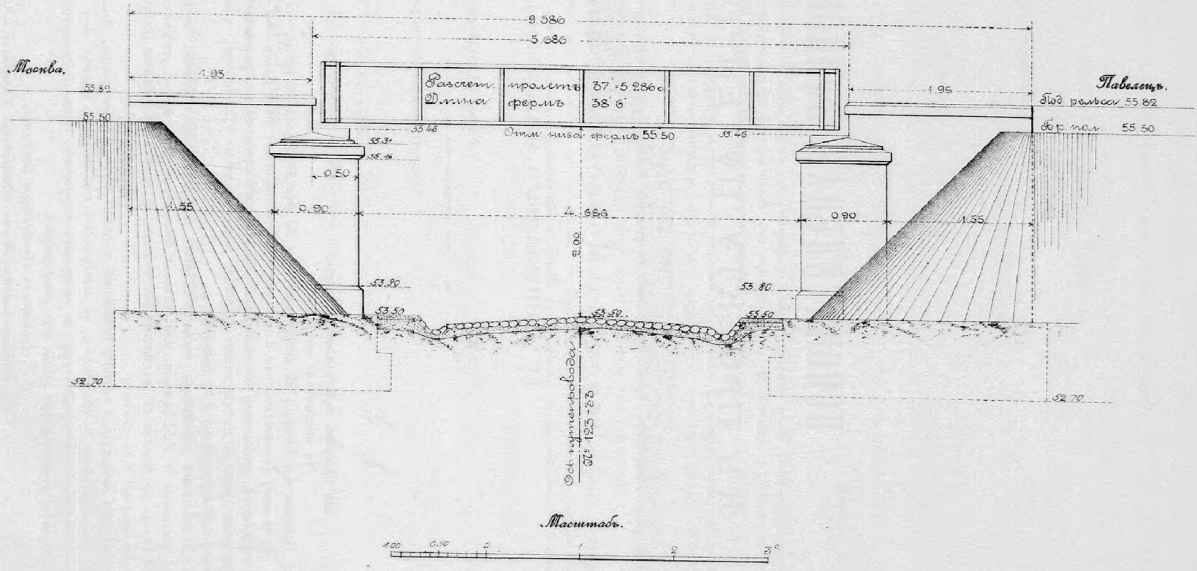
4) профиль проѣзжей части, въ отверстіи сооруженія, какъ обусловливающейся мѣстными условіями, оставляется, въ настоящее время безъ утвержденія.

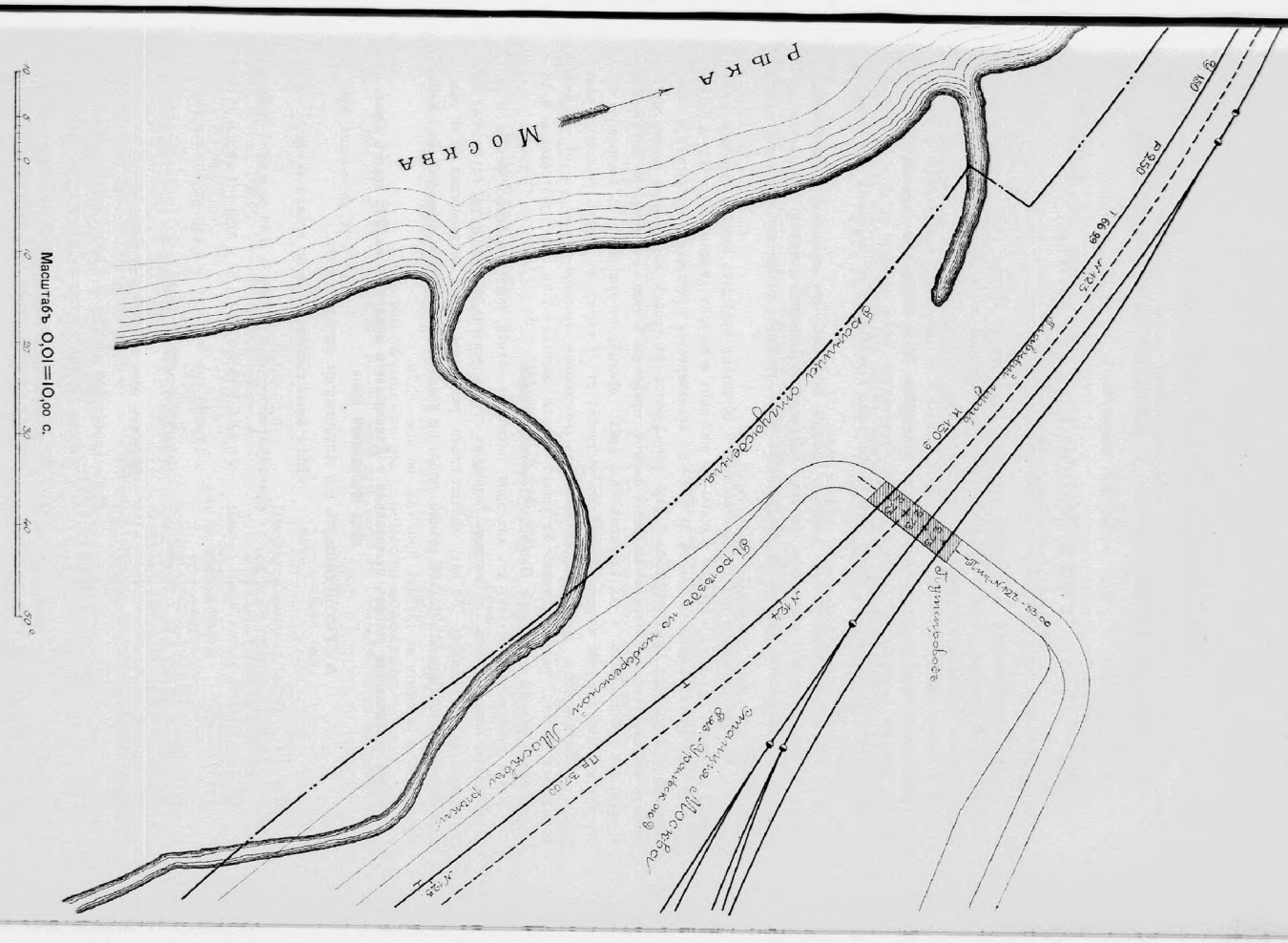
Подписалъ Инспекторъ Карновичъ.
На копіи написано: Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.
Съ копіей вѣрно:
Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.
Свѣрялъ Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Общій видъ путепровода отв. 5,00 саж. для 4-хъ путей

съ ѣздою по низу надъ проѣздомъ у Даниловскаго монастыря

на 235 верстѣ Павелецъ-Московской линіи.





План расположенія путепровода у Даниловскаго монастыря.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту путепровода у Даниловскаго монастыря

на 235 верстѣ

Павелецъ-Московской линіи.

Согласно постановленію Московской городской Думы отъ 18 Ноября 1897 г. расположеніе пассажирской и товарной станцій „Москва“ Павелецъ-Московской линіи Московскимъ Городскимъ Общественнымъ Управленіемъ утверждено съ тѣмъ, чтобы:

„§ 1. Вдоль восточной границы отчужденія станціи и въ предѣлахъ сей границы, а именно отъ Даниловскаго переѣзда до границы между владѣніями Жако и Цинделя устроить мощеный проѣздъ шириною мощенія до 3 саж., а также продолжить этотъ проѣздъ въ поперечномъ къ станціи направленіи по границѣ между вышеупомянутыми владѣльцами до соединенія съ набережною у Москвы рѣки.

§ 2. Устроить мощеный проѣздъ шириною мощенія до 3 саж., для продолженія Даниловской улицы отъ границы между владѣніями фабрики Кнерцера и Лепешкиной (около Павловскаго переулка) до Даниловскаго проѣзда въ предѣлахъ и вдоль границы желѣзнодорожнаго отчужденія подъ станцію.

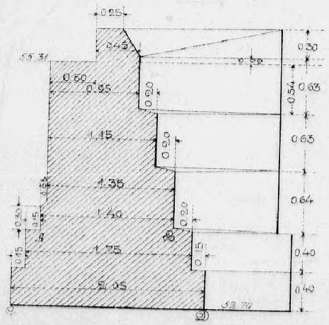
§ 5. На Серпуховскомъ шоссе, Даниловскомъ и Жуковомъ проѣздахъ сдѣлать переѣзды не въ уровнѣ рельсовъ, при чемъ подъѣзды и дамбы къ віадукамъ и мостамъ должны быть не круче 0,04.“

Въ виду этихъ условій на пикетѣ № 123+33 проектируется путепроводъ пролетомъ 5 саж.; мощеный проѣздъ подъ нимъ шириною 3 саж. устраивается въ уровнѣ поверхности земли; путепроводъ проектируется перекрыть желѣзной фермой пролетомъ 5 саж. съ ѣздою по низу—подъ 4 пути: два станціонныхъ и два главныхъ—изъ коихъ правый, сооружаемый въ настоящую постройку и лѣвый (второй) предполагаемый къ постройкѣ въ будущемъ, въ случаѣ увеличенія движенія. Вышина проѣзда подъ путепроводомъ—отъ поверхности мостовой—(отм. 53,50) до низа фермъ (отм. 55,50), расположеннаго въ уровнѣ бровки полотна—2,00 саж., допускаемая § 14 техническихъ условій сооруженія Павелецъ-Московской линіи.

Устои путепровода состоятъ изъ каменной подпорной стѣнки, поддерживающей фермы и расположенную позади насыпь; по концамъ подпорная стѣнка усилена контрфорсами, служащими для сопряженія ея съ насыпью. Въ виду значительнаго разстоянія между контрфорсами (8,00 саж.) опредѣляется устойчивость передней стѣнки устоя, не принимая во вниманіе контрфорсовъ. Устои предположено заложить на глубинѣ 0,80 саж. на отм. 52,70.

Повѣрка устойчивости устоевъ путепровода у Даниловскаго монастыря на 235 верстѣ Павелецъ-Московской линіи.

А) Устойчивость въ плоскости фундамента.



Вѣсъ одной погонной сажени стѣнки устоя:

$$P_1=1300\left(\frac{0,25+0,45}{2}\times 0,30+0,45\times 0,09+0,95\times\right.$$
$$\left.\times 0,54+1,15\times 0,63+1,35\times 0,34+1,40\times 0,30\right)=$$
$$=1300\,(0,105+0,041+0,513+0,725+0,459+$$
$$+0,420)=\backsim\mathbf{2942}\ \textbf{пуда.}$$

Моментъ вѣса относительно ребра A:

$$P_1p_1=1300(0,105\times 0,725+0,041\times 0,775+0,513\times$$
$$\times 0,525+0,725\times 0,625+0,459\times 0,725+0,420\times$$
$$\times 0,750)=1300(0,076+0,032+0,269+0,453+$$
$$+0,333+0,315)=1921,4=\backsim\mathbf{1921}\ \textbf{пуд.}$$

Вѣсъ земли, давящей на задніе обрѣзы устоя:

$$P_2=1000\left(\frac{0,20\times 0,30}{2}+0,20\times 0,93+0,20\times 1,56\right)=1000(0,030+0,186+0,312)=\mathbf{528}\ \textbf{пуд.}$$

Моментъ:

$$P_2p_2=1000(0,030\times 0,937+0,186\times 1,10+0,312\times 1,30)=1000(0,028+0,205+0,406)=\mathbf{639}\ \textbf{п.-с.}$$

Половина вѣса 8-ми фермъ пролетомъ 5 саж. и вѣсъ временной на нихъ нагрузки, передающійся на подферменники:

$$4\times 550+4\times\frac{6\times 916}{2}=13192.$$

На одну пог. саж. по ширинѣ устоя (при средней ширинѣ=11,42 саж.) передается:

$$P_3=\frac{13192}{11,42}=1155,17=\backsim 1155\ \text{пуд.}$$

Плечо $p_3=0,35$ саж.

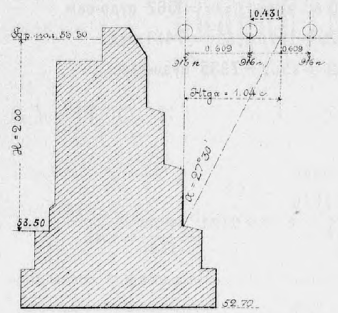
Моментъ $P_3p_3=1155\times 0,35=404,25=\backsim 404$ пудо-саж.

Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $P=2942+528+1155=4625$ пуд.

Моментъ ея $Pp=1921+639+404=2964$ пудо-саж.

Плечо ея $p=\dfrac{Pp}{P}=\dfrac{2964}{4625}=0,64$ саж.

Напоръ земли на устой при высотѣ насыпи $H=2,00$ саж. надъ обрѣзомъ фундамента.



Высота временной нагрузки, приведенной къ матеріалу насыпи, считая ея дѣйствіе на всю ширину устоя 11,42 саж.:

$$h=\frac{4\times 2\times 916}{1,04\times 11,42\times 1000}=\frac{7328}{11877}=0,62\ \text{саж.}$$

Прибавляемъ толщину балласта 0,32 саж.:

$$h_0=0,62+0,32=0,94\ \text{саж.}$$

Напоръ земли на 1 пог. саж. устоя при $\varphi=35^0$:

$$Q=\frac{\gamma}{2}\,tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)H(H+2h_0)=1000\times 0,136\times 2,00\times$$
$$\times(2,00+2\times 0,94)=\backsim\mathbf{1055}\ \textbf{пуд.}$$

Плечо напора:

$$q=\frac{H}{3}\times\frac{H+3h_0}{H+2h_0}=\frac{2,00}{3}\times\frac{2+3\times 0,94}{2+2\times 0,94}=0,83\ \text{саж.}$$

Моментъ напора $Qq=1055\times 0,83=\backsim\mathbf{876}$ **пудо-саж.**

Коэффиціенты устойчивости:

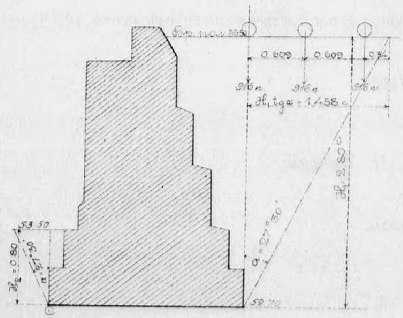
1) на вращеніе около ребра A: $m_1=\dfrac{Pp}{Qq}=\dfrac{2964}{876}=3,38;$

2) на скольженіе въ плоскости AB: $m_2=\dfrac{fP}{Q}=\dfrac{0,70\times 4625}{1055}=3,07.$

В) Устойчивость въ плоскости основанія.

Напоръ земли сзади устоя. Высота временной нагрузки, приведенной къ матеріалу насыпи, при вышинѣ ея 2,80 саж.:

$$h=\frac{4\times 3\times 916}{1,458\times 11,42\times 1000}=\frac{10972}{16650}=0,66\ \text{саж.}$$



Прибавляя толщину балласта, получимъ:

$$h_0=0,66+0,32=0,98\ \text{саж.}$$

Напоръ земли позади устоя ($\varphi=35^0$) на 1 пог. саж. по ширинѣ устоя:

$$Q_1=\frac{\gamma}{2}\,tg^2\left(45^0-\frac{\varphi^2}{2}\right)H_1(H_1+2h_0)=1000\times$$
$$\times 0,136\times 2,80(2,80+2\times 0,98)=\backsim 1813\ \text{пуд.}$$

Плечо напора $q_1=\dfrac{H_1}{3}\times\dfrac{H_1+3h_0}{H_1+2h_0}=\dfrac{2,80}{3}\times$

$$\times\frac{2,8+3\times 0,98}{2,8+2\times 0,98}=\frac{16,072}{14,280}=1,13\ \text{саж.}$$

Моментъ напора:

$$Q_1q_1=1813\times 1,13=\backsim 2049\ \text{пудо-саж.}$$

Напоръ земли спереди устоя $Q_2=\frac{\gamma}{2}tg^2\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)H_2^2=1000\times0,136\times0,80^2=87$ пуд.

Плечо его $q_2=\frac{H_2}{3}=\frac{0,80}{3}=0,266=0,27$ саж.

Моментъ $Q_2q_2=87\times0,27=23,49$ пудо-саж. $=\backsim23$ пудо-саж.

Равнодѣйствующая напоровъ $Q_0=Q_1-Q_2=$ **1726 пуд.**

Моментъ равнодѣйствующей $Q_0q_0=Q_1q_1-Q_2q_2=$ **2026 пудо-саж.**

Вертикальная сила $P=4625$ пудовъ.

Плечо ея $p_1=p+0,30=0,64+0,30=0,94$ саж.

Моментъ $Pp_1=4625\times0,94=\backsim4348$ пудо-саж.

Добавочныя вертикальныя силы:

1) Вѣсъ фундамента $P_4=1300\times0,40(1,75+2,05)=520\times3,80=1976$ пуд.

Моментъ его $P_4p_4=1976\times1,025=\backsim$ **2025 пудо-саж.**

2) Вѣсъ земли, давящей на задніе обрѣзы фундамента:

$1000(0,20\times2,20+0,15\times2,60)=1000(0,440+0,390)=$ **830 пудовъ.**

Моментъ его $1000(0,440\times1,80+0,390\times1,975)=1000(0,792+0,770)=$ **1562 пудо-саж.**

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ силъ $P_0=4625+1976+830=$ **7431 пуд.**

Моментъ ея относительно ребра C: $P_0p_0=4348+2025+1562=$ **7935 пудо-саж.**

Плечо ея $p_0=\frac{P_0p_0}{P_0}=\frac{7935}{7431}=1,07$ саж.

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра C: $m_1=\frac{P_0p_0}{Q_0q_0}=\frac{7935}{2026}=3,92;$

2) на скольженіе въ плоскости основанія: $m_2=\frac{fP_0}{Q_0}=\frac{0,57\times7431}{1726}=\frac{4236}{1726}=2,45.$

Разстояніе отъ ребра C точки пересѣченія равнодѣйствующей всѣхъ силъ плоскости основанія:

$\beta_0=p_0-\frac{Q_0q_0}{P_0}=1,07-\frac{2026}{7431}=1,07-0,27=0,80$ саж. $>\frac{2,05}{3}=0,68$ саж. = трети основанія.

Среднее давленіе на грунтъ $\sigma_0=\frac{P_0}{\omega}=\frac{7431}{2,05\times1\times7056}=\frac{7431}{14464,80}=0,51\ \frac{\text{пудъ}}{\text{дм.}^2}$

Наибольшее давленіе на грунтъ у ребра C:

$$max\sigma_0=\sigma_0\left(1+\frac{6(1,025-0,80)}{2,05}\right)=0,51\,(1+0,66)=0,85\ \frac{\text{пудъ}}{\text{дм.}^2}$$

Наименьшее давленіе на грунтъ у ребра D:

$$min\sigma_0=\sigma_0(1-0,66)=0,51\times0,34=0,17\ \frac{\text{пудъ}}{\text{дм.}^2}$$

Въ виду незначительнаго средняго $\left(0,51\ \frac{\text{пудъ}}{\text{дм.}^2}\right)$ и наибольшаго $\left(0,85\ \frac{\text{пудъ}}{\text{дм.}^2}\right)$ давленія на грунтъ, является вполнѣ возможнымъ заложеніе фундаментовъ устоевъ непосредственно на грунтѣ на отм. 52,70.

За Главнаго Инженера *А. Мурзо.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *И. Войцеховскій.*

Къ проекту, одобренному Департаментомъ жел. дор. по докладу 9 Декабря 1898 г. № 2124.

(Текстъ утвержденія см. въ концѣ записки).

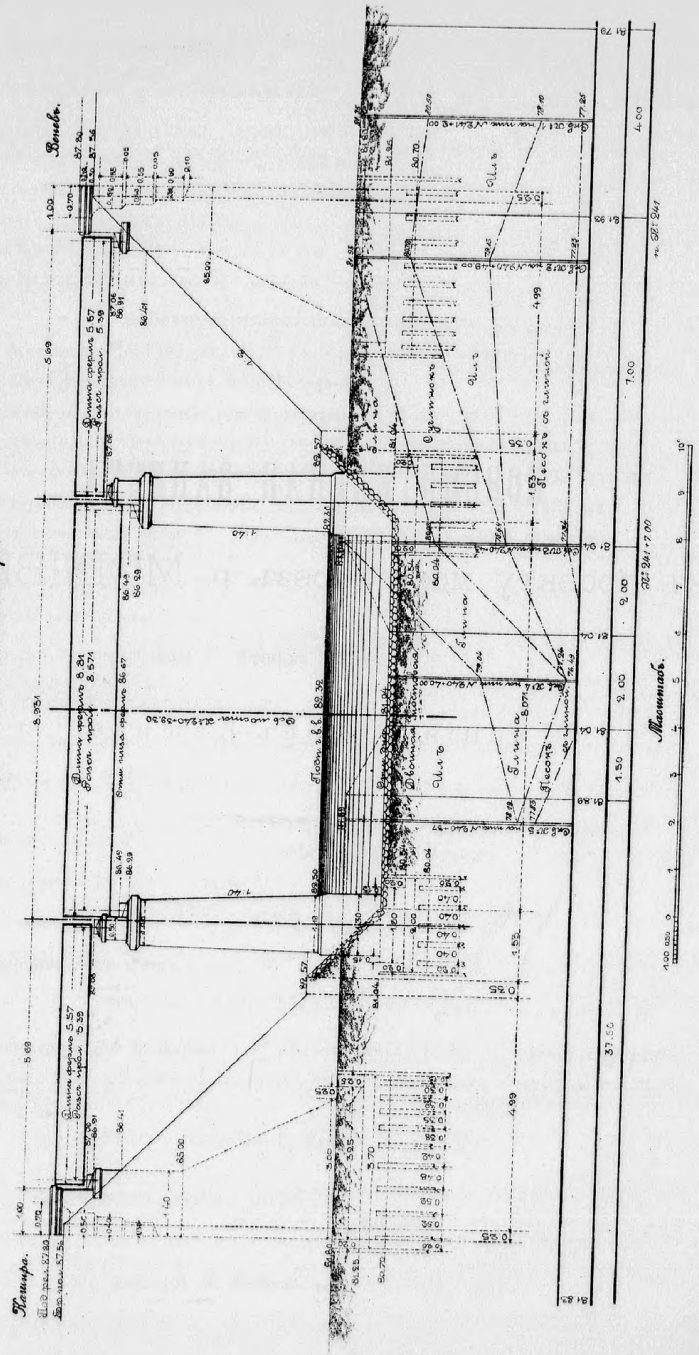
ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. МОРДВЕСЪ

на 34 верстѣ

линіи Ѳеневъ-Кашира.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
И РАСЧЕТЪ
къ проекту моста отв. 5,00+8,00+5,00 саж. чрезъ р. МОРДВЕСЪ,
на 34 верстѣ
линіи Веневъ-Кашира.

Ось моста . . . . . пик. № 240+39,30.

Высота насыпи . . . . . 6,52 саж.

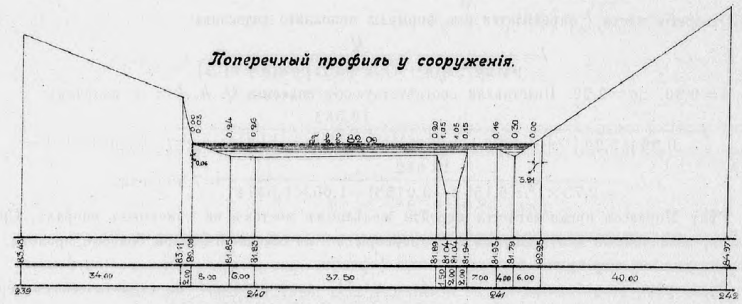
Площадь бассейна, полученная обходомъ на мѣстѣ. . . . . $\Omega=40,680$ кв. вер.

Длина бассейна . . . . . $S=8,065$ вер.

Средній уклонъ водотока или лога отъ водораздѣла до сооруженія . . $i_0=0,0076$.

Уклонъ на 100 саж. выше и ниже сооруженія . . . . . $i=0,00455$.

Поперечный профиль у сооруженія.



Наибольшій расходъ для даннаго живого источника по *Kostlin*'у:

$$Q=1,875\times\Omega\times L=1,875\times40,680\times0,2311\times0,76=13,3966 \text{ куб. саж.}$$

(L — коэффиціентъ, зависящій отъ длины и уклона бассейна i_0, по даннымъ № 1) *).

Подбирая ощупью, при данныхъ бытовыхъ условіяхъ живого источника, горизонтъ притекающей воды, соотвѣтствующій найденному расходу, получимъ его при отмѣткѣ 82,09.

Дѣйствительно, площадь живого сѣченія:

$$\omega=\tfrac{1}{2}[0,06\times0,03+(0,03+0,24)\times8+(0,24+0,26)\times6+(0,26+0,20)37,5+(0,20+1,05)1,50+$$
$$+(1,05+1,05)2+(1,05+0,15)2+(0,15+0,16)7+(0,16+0,30)4+3,91\times0,30]=18,035 \text{ к. с.}$$

Подводный периметръ:

$$p=0,067+8,003+6,00+37,50+1,724+2,00+2,193+7,00+4,002+3,921=72,410 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R=\frac{\omega}{p}=\frac{18,035}{72,410}=0,249 \text{ саж.}$$

*) *См. бланкъ расчета отверстія мостовъ на малыхъ водотокахъ.*

Средняя скорость, для земляного ложа, по *Bazin*'у:

$$v=c\sqrt{Ri}.$$

По таблицѣ № 2 *), для даннаго $R=0{,}249$ саж., находимъ:

$$c=22{,}35;$$

$$v=c\sqrt{Ri}=22{,}35\times\sqrt{0{,}249\times 0{,}00455}=0{,}752 \text{ саж.}$$

Тогда расходъ:

$$Q_t=\omega\times v=18{,}035\times 0{,}752=13{,}562 \text{ куб. саж.}$$

Полученный расходъ весьма мало разнится отъ расхода, опредѣленнаго по *Kostlin*'у, а потому найденный горизонтъ притекающаго потока, соотвѣтствующій отмѣткѣ 82,09, можетъ быть принятъ за дѣйствительный.

Допуская скорость по дну русла, стѣсненнаго сооруженіемъ, $W=10$ фут.$=1{,}43$ саж., при соотвѣтственномъ укрѣпленіи его двойной мостовой, будемъ имѣть среднюю скорость въ отверстіи сооруженія по таблицѣ № 3 *), $v_0=1{,}63$ саж., при чемъ v_0 будетъ больше $v=0{,}752$ саж.

Высота, соотвѣтствующая скорости притекающей воды: $k=\frac{v^2}{2g}=\frac{0{,}752^2}{9{,}20}=0{,}0615$ саж.

Подпоръ у сооруженія $h=\frac{v_0^2-v^2}{2g}=\frac{1{,}63^2-0{,}752^2}{9{,}20}=0{,}2273$ саж.

Наибольшая глубина потока по профилю $a=1{,}05$ саж.

Высота подпорнаго горизонта $H=a+h=1{,}28$ саж.

или отмѣтка его 82,32

отмѣтка низа фермъ 86,67

и возвышеніе надъ подпорнымъ горизонтомъ

$$86{,}67-82{,}32=4{,}35 \text{ саж.}>0{,}25 \text{ саж.},$$

слѣдовательно, проектная высота насыпи удовлетворяетъ конструкціи и возвышенію моста.

Отверстіе моста l опредѣлится изъ формулы неполнаго водослива:

$$l=\frac{Q}{\mu\sqrt{2g}\{{}^2/_3[(h+k)^{3/2}-k^{3/2}]+a(h+k)^{1/2}\}},$$

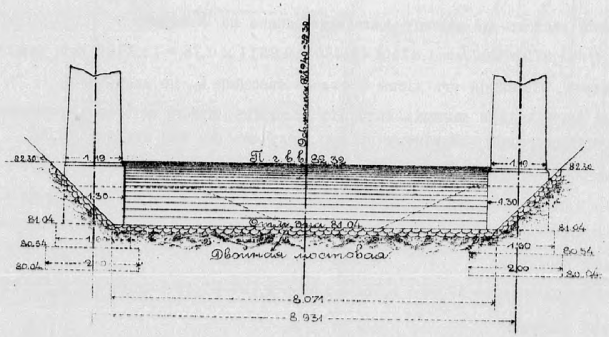
гдѣ: $\mu=0{,}90$, $2g=9{,}20$. Подставляя соотвѣтствующія значенія Q, h, k и a, получимъ:

$$l=\frac{13{,}562}{0{,}90\sqrt{9{,}20}\,\{{}^2/_3[(0{,}2273+0{,}0615)^{3/2}-0{,}0615^{3/2}]+1{,}05(0{,}2273+0{,}0615)^{1/2}\}}=$$

$$=\frac{13{,}562}{2{,}73\times[{}^2/_3(0{,}1552-0{,}0153)+1{,}05\times 0{,}5374]}=7{,}555 \text{ саж.}$$

Рѣку Мордвесъ предполагается перейти желѣзнымъ мостомъ на каменныхъ опорахъ. Средній пролетъ, назначенный для пропуска воды, перекрытъ 8-ми-саженной фермой; боковые пролеты, надъ откосами насыпи, перекрыты 5-ти-саженными фермами.

Русло рѣки разрабатывается до отмѣтки 81,04, какъ показано на схематическомъ чертежѣ и укрѣпляется двойной мостовой.



Дѣйствительная ширина отверстія $L=8{,}931-1{,}30=7{,}631$ саж.$>l=7{,}555$ саж.

*) *См. бланкъ расчета отверстія мостовъ на малыхъ водотокахъ.*

Опоры.

На основаніи данныхъ буренія, представлено на общемъ видѣ моста расположеніе грунтовъ въ руслѣ рѣки Мордвесъ.

Опоры предположено основать на сваяхъ, забитыхъ въ шпунтовомъ огражденіи, если грунтъ по вырытіи котловановъ окажется ненадеженъ. Ниже приводится расчетъ устойчивости и прочности опоръ.

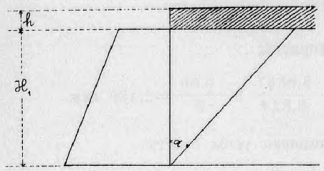
Устой. Подошва основанія устоя предположена на отмѣткѣ . . . . 80,70.

Обрѣзъ фундамента . . . . . 81,80.

Погруженный въ насыпь устой подвергается съ одной стороны распору земли за уступомъ, съ другой—распору откоса впереди устоя.

Общая формула горизонтальнаго распора земли за устоемъ, ограниченной плоскостью, напишется такъ:

$$E=\frac{P}{tg(\alpha+\varphi)}.$$



I. Вертикальная сила P слагается изъ вѣса призмы обрушенія и нагрузки на насыпь.

При ограниченіи земли за устоемъ горизонтальной плоскостью:

$$P_1=\gamma\left(\frac{H_1^2}{2}+H_1h_1\right)tg\alpha\times A.$$

Въ такомъ случаѣ:

$$E_1=\gamma\left(\frac{H_1^2}{2}+H_1h_1\right)\frac{tg\alpha}{tg(\alpha+\varphi)}\times A,$$

гдѣ: γ—вѣсъ 1 куб. саж. земли$=1000$ пуд.

H_1—высота насыпи.

Хотя нижняя часть устоя (фундаментъ), опущенная ниже отмѣтки земли, распора не испытываетъ, но для запаса устойчивости, высота земляной насыпи взята какъ разность отмѣтокъ:

$$87{,}56-80{,}70=6{,}86 \text{ саж.};$$

h—высота слоя земли, замѣняющаго давленіе нагрузки на насыпь;

α—уголъ обрушенія;

φ—уголъ естественнаго откоса$=32^0$;

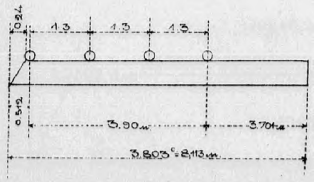
A—ширина устоя$=2{,}00$ саж.

E_{max} получается при $\alpha=45^0-\frac{\varphi}{2}$, тогда:

$$E_1=1000\left(\frac{H_1^2}{2}+H_1h_1\right)tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)A=307{,}26\left(\frac{H_1^2}{2}+H_1h_1\right)A.$$

Длина призмы обрушенія:

$$l=H_1tg\alpha=H_1tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=6{,}86\times 0{,}55431=3{,}803 \text{ саж.}=8{,}113 \text{ метр.}$$



Расположеніе осей паровоза указано на схематическомъ чертежѣ.

На длинѣ l помѣщается 4 оси; такимъ образомъ величина временной нагрузки на насыпь равна:

$$p_1=4\times 15=60 \text{ тн.}=3663 \text{ пуд.}$$

Кромѣ того, нагрузку на насыпь составляютъ слой балласта, толщиною 0,24, поперечины и рельсы.

Вѣсъ поперечинъ, считая на 1 саж. 4 шт. изъ 6 вер. лѣса (6 вер.$=10^1/_2''$) длиною 1,25 саж.:

$$\frac{\pi\times\left(\frac{10^1/_2}{2}\right)^2\times 1{,}25\times 7\times 4\times 3{,}803\times 1{,}12}{2\times 144}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 44{,}822 \text{ пуд.}$$

Вѣсъ рельсовъ и скрѣпленій по 25 фунт. на пог. футъ:

$$\frac{25}{40}\times 2\times 7\times 3{,}803\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 33{,}276 \text{ „}$$

$$p_2=78{,}098 \text{ пуд.}$$

Высота слоя земли, замѣняющаго нагрузку:

$$h_1=\frac{p_1+p_2}{1000\times 3{,}803\times 2{,}00}+0{,}24=\frac{3663+78{,}098}{1000+7{,}606}+0{,}24=\frac{3741{,}098}{7{,}606}+0{,}24=$$
$$=0{,}492+0{,}240=0{,}732 \text{ саж.}$$

Горизонтальный распоръ:

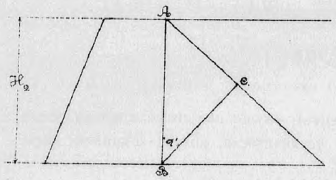
$$E_1=307{,}26\left(\frac{6{,}86^2}{2}+6{,}86\times 0{,}732\right)\times 2{,}00=17545{,}357 \text{ пуд.}$$

Плечо силы горизонтальнаго распора опредѣлится по формулѣ:

$$e_1=\frac{H_1+3h}{H_1+2h}\times\frac{H_1}{3}=\frac{6{,}86+3\times 0{,}732}{6{,}86+2\times 0{,}732}\times\frac{6{,}86}{3}=\frac{9{,}0561}{8{,}324}\times\frac{6{,}86}{3}=2{,}488 \text{ саж.}$$

Моментъ силы горизонтальнаго распора относительно подошвы устоя будетъ:

$$m_1=E_1\times e=17545{,}357\times 2{,}488=43652{,}848 \text{ пудо-саж.}$$



II. Въ случаѣ ограниченія земли за устоемъ наклонной плоскостью (откосомъ) выраженіе вѣса призмы ABC напишется такъ:

$$P_2=\frac{\gamma H_2^2}{2}\times\frac{\sin\alpha'}{\cos(\alpha'-\omega)}\times\cos\omega\times A.$$

Въ такомъ случаѣ:

$$E_2=\frac{\gamma H_2^2}{2}\times\frac{\sin\alpha'\times\cos\omega}{\cos(\alpha'-\omega)tg(\alpha'+\varphi)}\times A.$$

E_2max получается при:

$$tg\alpha'=\frac{-tg\varphi+\sqrt{\sec^2\varphi+\frac{2tg\omega}{sn2\varphi}}}{1+\frac{2tg\omega}{sn2\varphi}}$$

Въ настоящемъ случаѣ:

$$\angle\omega=45^0,\ tg\omega=1,$$

слѣдовательно:

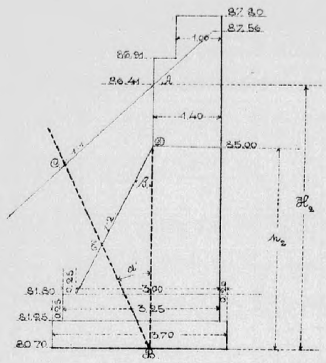
$$tg\alpha'=\frac{-tg\varphi+\sqrt{\frac{1}{\cos^2\varphi}+\frac{2}{\sin 2\varphi}}}{1+\frac{2}{\sin 2\varphi}}=\frac{\sin^2\varphi+\sqrt{\sin\varphi(\sin\varphi+\cos\varphi)}}{1+\sin\varphi\times\cos\varphi};$$

$$\varphi=32^0;\ \sin\varphi=0{,}52992;\ \cos\varphi=0{,}84805;$$

$$tg\alpha'=\frac{-(0{,}52992)^2+\sqrt{0{,}52992(0{,}52992+0{,}84805}}{1+0{,}52992\times 0{,}84805}=\frac{-0{,}2808+0{,}8545}{1{,}4494}=0{,}39583.$$

$$\alpha'=21^0 35'42{,}22'';\ \sin\alpha'=0{,}36805.$$

Такъ какъ устой ограниченъ впереди наклонной гранью, то величину распора E_2 получимъ какъ разность давленій призмъ ABC и DBE.



Величина призмы ABC, какъ выведено выше, выражается формулой:

$$P_2'=\frac{\gamma H_2^2}{2}\times\frac{\sin\alpha'}{\cos(\alpha'-\omega)}\times\cos\omega\times A.$$

Вѣсъ призмы DBE:

$$P_2''=\frac{\gamma\times h_2^2\times\sin\alpha'\times\sin\beta\times A}{2\sin(\alpha'+\beta)}.$$

Сила распора:

$$E_2=E_2'-E_2''.$$

Высота откоса H_2 равняется разности отмѣтокъ:

$$H_2=86{,}41-80{,}70=5{,}71 \text{ саж.}$$

A—ширина устоя$=2{,}00$ саж.

$$\cos(\alpha'-\omega)=\cos 23^0 24'17{,}78''=0{,}91772;$$
$$\cos\omega=\cos 45^0=0{,}70711;$$
$$tg(\alpha'+\varphi)=tg 53^0 35'42{,}22''=1{,}35613,$$
$$P_2'=\frac{1000\times 5{,}71^2}{2}\times\frac{0{,}36805\times 0{,}70711}{0{,}91772}\times 2{,}00=9246{,}041 \text{ пуд.}$$

Распоръ $E_2'=\frac{P_2'}{tg(\alpha'+\varphi)}=\frac{9246{,}041}{1{,}35613}=6817{,}961$ пуд.

Далѣе, $tg\beta={}^1/_2$; $\beta=26^0 33'54{,}07''$; $(\alpha+\beta)=48^0 9'36{,}29''$; $\sin\beta=0{,}44721$; $\sin(\alpha'+\beta)=0{,}74405$.

h_2—равняется разности отмѣтокъ:

$$h_2=85{,}00-86{,}70=4{,}30 \text{ саж.}$$
$$P_2''=\frac{1000\times 4{,}30^2}{2}\times\frac{0{,}36805\times 0{,}44721\times 2{,}00}{0{,}74405}=4090{,}281 \text{ пуд.}$$
$$E_2''=\frac{P_2''}{tg(\alpha'+\varphi)}=\frac{4090{,}281}{1{,}35613}=3016{,}142 \text{ пуд.}$$

Такимъ образомъ:

$$E'=E_2'-E_2''=6817{,}961-3016{,}142=3801{,}819 \text{ пуд.}$$

Плечо распора призмы ABC:

$$e_2'=\frac{1}{3}\times H_2=\frac{1}{3}\times 5{,}71=1{,}903 \text{ саж.}$$

Моментъ относительно подошвы устоя:

$$m_2'=E_2'\times e_2'=6817{,}961\times 1{,}903=12974{,}580 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо распора призмы DBE:

$$e_2''={}^1/_3 h_2={}^1/_3\times 4{,}30=1{,}433 \text{ саж.}$$

Моментъ относительно подошвы устоя;

$$m_2''=E_2''\times e_2''=3016{,}142\times 1{,}433=4322{,}131 \text{ пудо-саж.}$$

Слѣдовательно, моментъ земли откоса передъ устоемъ:

$$m_2=m_2'-m_2''=12974{,}580-4322{,}131=8652{,}449 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая горизонтальныхъ силъ;

$$E_0=E_1-E_2=17545{,}357-3801{,}819=13743{,}538 \text{ пуд.}$$

Сумма моментовъ:

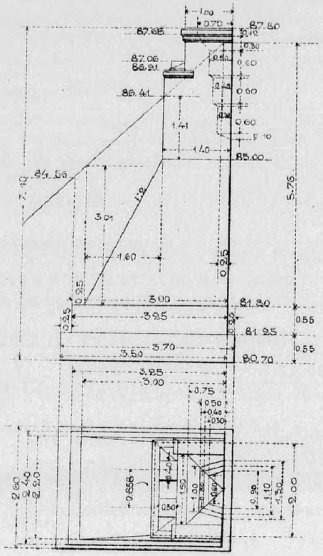
$$M_0=m_1=m_2=43652{,}848-8652{,}449=35000{,}399 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо равнодѣйствующей $e_0 = \frac{M_0}{E_0} = \frac{35000,399}{13743,538} = 2,547$ саж.

Горизонтальная сила E_0 стремится опрокинуть или сдвинуть устой въ сторону русла.

Сдвиженію устоя сопротивляется сила тяжести и сила тренія подошвы устоя по основанію.

Объемы и моменты частей устоя относительно передняго ребра помѣщены въ слѣдующей таблицѣ.



№№	Данныя.	Объемы куб. саж.	Плечи саж.	Моментъ саж.⁴
	А. Кладка безъ вычета пустотъ.			
1	$1,00 \times 2,00 (87,68 - 86,91)$	1,540		
	плечо $3,50 - {}^1/_2 \times 1,00$	—	3,00	4,620
2	$1,40 \times 2,00 (86,91 - 85,00)$	5,348		
	плечо $3,50 - {}^1/_2 \times 1,40$	—	2,80	14,974
3 а)	$\frac{1,40+3,00}{2} \times 2,00 \times (85,00 - 81,80)$	14,080		
	плечо $3,50 - \left(\frac{1}{2} \times 1,40 + \frac{1}{4} \times \frac{1,40+2 \times 3,00}{1,40+3,00} \times \frac{3,20}{3}\right)$	—	2,352	33,109
б)	$1,40 \times \frac{0,20}{2} \times (85,00 - 81,80)$	0,448		
	плечо $3,50 - {}^1/_2 \times 1,40$	—	2,80	1,254
в)	$1,60 \times 0,20 \times {}^1/_3 (85,00 - 81,80)$	0,341		
	плечо $3,50 - \left(1,40 + \frac{2}{3} \times \frac{1,60}{2}\right)$	—	1,567	0,535
4	$3,25 \times 2,40 \times (81,80 - 81,25)$	4,290		
	плечо $3,50 - \frac{1}{2} \times 3,25$	—	1,875	8,044
5	$3,70 \times 2,60 \times (81,25 - 80,70)$	5,291		
	плечо $\frac{1}{2} \times 3,70$	—	1,85	9,788
	v_1	31,338	m_1	72,324

№№	Данныя.	Объемы куб. саж.	Плечи саж.	Моментъ саж.⁴
	Б. Колодцы.			
1	$\left(0,70 \times 1,50 + 0,50 \times \frac{1,00+1,30}{2}\right) \times \frac{0,30}{2}$	0,244		
	плечо $3,50 - \frac{1}{2}\left(\frac{0,70}{2} + \frac{2 \times 1,00+1,30}{1,00+1,30} \times \frac{0,50}{3}\right)$	—	3,205	0,781
2	$0,50 \times \frac{1,00+1,30}{2} \times 0,60$	0,345		
	плечо $3,50 - \frac{2 \times 1,00+1,30}{1,00+1,30} \times \frac{0,50}{3}$	—	3,261	1,125
3	$0,40 \times \frac{0,80+1,10}{2} \times 0,60$	0,228		
	плечо $3,50 - \frac{2 \times 0,80 \times 1,10}{0,80+1,10} \times \frac{0,40}{3}$	—	3,310	0,755
4	$0,30 \times \frac{0,60+0,90}{2} \times 0,60 + \frac{0,10}{3}$	0,143		
	плечо $3,50 - \frac{2 \times 0,60+0,90}{0,60+0,90} \times \frac{0,30}{3}$	—	3,36	0,479
	v_2	0,960	m_2	3,140
	В. Земля на обрѣзахъ.			
1	$0,20 \times 2,60 \times (87,56 - 81,25)$	3,281		
	плечо $3,50 + \frac{1}{2} \times 0,20$	—	3,60	11,812
2 а)	$0,25 \times 0,20 [(87,56 - 81,80) \times 3 + 0,55]$	0,892		
	плечо $3,50 - \frac{1}{2} \times 0,25$	—	3,375	3,010
б)	$\frac{5,76+2,76}{2} \times 0,20 \times 3,00 \times 2$	5,112		
	плечо $3,50 - \left(\frac{2 \times 2,76+5,76}{2,76+5,76} \times \frac{3,00}{3} + 0,25\right)$	—	1,926	9,846
в)	$\frac{6,31+3,06}{2} \times 0,10 \times 3,25 \times 2$	3,045		
	плечо $3,50 - \left(\frac{2 \times 3,06+6,31}{3,06+6,31} \times \frac{3,25}{3} + 0,25\right)$	—	1,813	5,521
г)	(вычесть) $1,40 \times 0,20 \times \frac{1}{2} (85,00 - 81,80)$	—0,448		
	плечо $3,50 - \frac{1}{2} \times 1,40$	—	2,80	—1,254
д)	(вычесть) $1,60 \times 0,20 \times \frac{1}{3} (85,00 - 81,80)$	—0,341		
	плечо $3,50 - \left(1,40 + \frac{2}{3} \times \frac{1,60}{2}\right)$	—	1,567	—0,535
3 а)	$\frac{4,61+2,51}{2} \times (1,60+0,50) \times 2,00$	14,952		
	плечо $3,50 - \left(1,40 + \frac{2 \times 2,51+4,61}{4,01+2,51} \times \frac{2,10}{3}\right)$	—	1,153	17,243
б)	(вычесть) $3,20 \times \frac{1,60}{2}$	—2,560		
	плечо $3,50 - \left(1,40 + \frac{1,60}{3}\right)$	—	1,567	—4,011
в)	$2,00 \times 0,55 \times 0,25$	0,275		
	плечо $\frac{1}{2} \times 0,25$	—	0,125	0,034
	v_3	24,208	m_3	41,666

Равнодѣйствующая силъ тяжести:

$$P=v_1\times1300-v_2\times300+v_3\times1000=31,338\times1300-0,960\times300+24,208\times1000=$$
$$=40739,400-288+24208=64659,400 \text{ пуд.}$$

Сумма моментовъ вертикальныхъ силъ:

$$M=m_1\times1300-m_2\times300+m_3\times1000=72,324\times1300-3,140\times300+41,666\times1000=$$
$$=94021,200-942+41666=134745,200 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе устоя:

$$\vartheta=\frac{M}{M_0}=\frac{134745,200}{35000,399}=3,85.$$

Сдвиженію устоя препятствуетъ треніе подошвы о грунтъ.

Величина силы тренія выражается формулой:

$$F=fP, \text{ гдѣ:}$$

f—коэффиціентъ тренія кладки о грунтъ$=0,57$.

$$F=0,57\times64659,400=36855,858 \text{ пуд.}$$

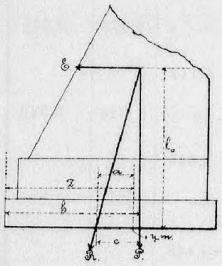
Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$\eta=\frac{F}{E_0}=\frac{36855,858}{13743,538}=2,682.$$

Давленіе на основаніе.

Наибольшее давленіе основанія на грунтъ (въ переднемъ ребрѣ) опредѣлимъ по формулѣ неравномѣрнаго сжатія:

$$N=\frac{P}{\omega}\frac{P\times a}{J}\times z_0.$$



P—сила тяжести$=64659,400$ пуд.;

ω—площадь нижняго основанія$=3,70\times2,60=9,62$ кв. саж.

z_0—разстояніе центра тяжести нижняго основанія отъ передняго ребра:

$$z_0=\frac{3,70}{2}=1,85 \text{ саж.}$$

a—разстояніе центра давленія отъ центра тяжести найдется слѣдующимъ образомъ:

Пусть b плечо вертикальной силы P относительно передняго ребра:

$$b=\frac{M}{P}=\frac{134745,200}{64659,400}=2,084 \text{ саж.}$$

Вертикальная и горизонтальная силы, дѣйствующія на устой, даютъ равнодѣйствующую R, наклонную къ плоскости основанія.

Разстояніе c между точками пересѣченія съ плоскостью основанія силъ R и P опредѣлится какъ катетъ прямоугольнаго треугольника, у котораго другой катетъ будетъ плечо l_0 силы распора, а противолежащій уголъ образуется направленіемъ равнодѣйствующей R и направленіемъ вертикальной силы P:

$$c=l_0\times\frac{E_0}{P}=2,547\times\frac{13743,538}{64659,400}=0,541 \text{ саж.}$$

Тогда a найдется слѣдующимъ образомъ: $(b-c)$ разстояніе центра давленія отъ передняго ребра;

$$b-c=2,084-0,541=1,543 \text{ саж.}$$

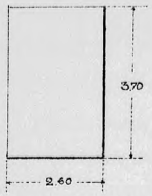
Ширина основанія$=3,70$ саж.:

$$b-c=1,543 \text{ саж.}>\frac{1}{3}\times3,70=1,233 \text{ саж.},$$

т. е. давленіе не выходитъ изъ средней трети.

Разстояніе центра давленія отъ центра тяжести:

$$a=z_0-(b-c)=1850-1,543=0,307 \text{ саж.}$$



J—моментъ инерціи площади нижняго основанія относительно оси, проходящей чрезъ центръ тяжести параллельно переднему ребру:

$$J=\frac{bh^3}{12}=\frac{2,60\times3,70^3}{12}=10,9748 \text{ саж.}^4$$

Подставляя численныя значенія въ формулу, получимъ наибольшее давленіе въ переднемъ ребрѣ:

$$Nmax=\frac{64659,400}{962}+\frac{64659,400\times0,307\times1,85}{10,9748}=6721,351+3350,296=$$
$$=10071,647 \text{ пудо-саж.}^2,$$

что составляетъ на 1 кв. дм. $\frac{10067,499}{7056}=1,427$ пуд.

Наименьшее давленіе (въ заднемъ ребрѣ) опредѣлимъ по формулѣ:

$$Nmin=\frac{P}{\omega}-\frac{P\times a}{J}\times(y-z_0), \text{ гдѣ:}$$

y—ширина основанія$=3,70$ саж.

$$Nmin=\frac{64659,400}{9,62}+\frac{64659,400\times0,307\times1,85}{10,9748}=6721,351-3350,296=$$
$$=3371,055 \text{ пудо-саж.}^2>0,$$

что составляетъ на 1 квадратный дюймъ $\frac{3375,203}{7056}=0,478$ пуда.

Среднее давленіе на основаніе (при $y=z_0=1,85$ саж.):

$$N_0=\frac{P}{\omega}=\frac{64659,400}{9,62}=6721,351 \text{ пуд. на 1 кв. сажень,}$$

что составляетъ на 1 кв. дм. $\frac{6721,351}{7056}=0,953$ пуда.

Расчетъ свай.

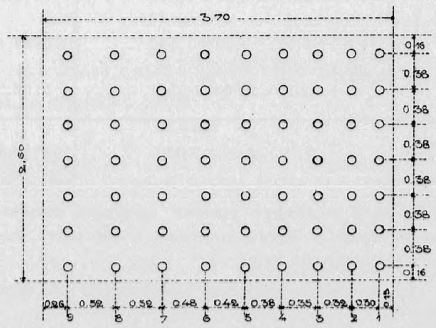
Устои основываются на сваяхъ. Подъ каждый устой забивается 9 рядовъ свай, по 7 въ каждомъ ряду; всего по 63 сваи.

Среднее давленіе на сваю:

$$g_0=\frac{64659,400}{63}=1026,340 \text{ пудамъ.}$$

Расположеніе свай назначено такимъ образомъ, чтобы нагрузка распредѣлялась на сваи равномѣрно и нигдѣ не превосходила 1200 пуд.

Схематическій планъ расположенія свай.



Повѣрка давленія на сваю сдѣлана по формулѣ:

$$g=\frac{Nq}{n}\text{, гдѣ:}$$

N—давленіе на площадь основанія части устоя, давящей на поперечный рядъ свай:

$$N=\frac{P}{\omega}+\frac{P\times a}{J}(y-z).$$

q—площадь, поддерживаемая однимъ поперечнымъ рядомъ свай;

n—число свай въ ряду=7.

Для 9-го ряда:

$y=370-0,25=3,45$ саж.

$$N=\frac{62127}{9,62}+\frac{62127\times 0,276}{10,9748}(1,85-3,45)=6358-1562\times 1,60=3859 \text{ пуд.}$$

$q=2,60\times 0,50=1,30$ кв. саж.

$$g=\frac{3859\times 1,30}{7}=717 \text{ пуд.}$$

Подобнымъ же образомъ сдѣлана провѣрка давленій на всѣ сваи.

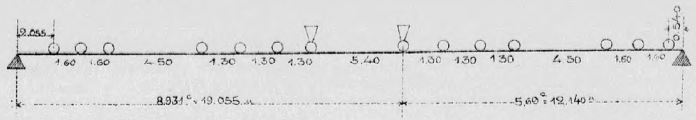
Результаты вычисленій представлены въ слѣдующей таблицѣ:

№№ рядовъ.	y сажени.	ω Площадь основанія, кв. сажень.	N давленіе на площадь основанія пудовъ.	n число свай.	g давленіе на сваи, пудовъ.
1	0,15	$\left(0,15+\frac{0,30}{2}\right)\times 2,60=0,780$ . . .	7644,001	7	1092,000
2	0,455	$\frac{1}{2}(0,30+0,32)\times 2,60=0,806$ . . .	7453,610	7	1064,801
3	0,7775	$\frac{1}{2}(0,32+0,35)\times 2,60=0,871$ . . .	7546,011	7	1078,002
4	1,1275	$\frac{1}{2}(0,35+0,38)\times 2,60=0,949$ . . .	7620,259	7	1088,608
5	1,51	$\frac{1}{2}(0,38+0,42)\times 2,60=1,040$ . . .	7630,565	7	1090,081
6	1,935	$\frac{1}{2}(0,42+0,48)\times 2,60=1,170$ . . .	7684,880	7	1097,840
7	2,41	$\frac{1}{2}(0,48+0,52)\times 2,60=1,300$ . . .	7419,370	7	1059,910
8	2,92	$\frac{1}{2}(0,52+0,52)\times 2,60=1,352$ . . .	6467,445	7	923,921
9	3,44	$\left(\frac{0,52}{2}+0,26\right)\times 2,60=1,352$. . . .	5193,259	7	741,894
Итого. . .		$3,70\times 2,60=9,620$. . . .	64659,400	63	въ среднемъ 1026,340

Быкъ. На быкъ передается давленіе временной нагрузки и собственный вѣсъ верхняго строенія. Кромѣ того быки подвергаются горизонтальному распору земли откоса впереди устоя.

Вертикальная нагрузка быка слагается изъ вѣса верхняго строенія и самаго быка.

Наибольшее давленіе отъ временной нагрузки получается при расположеніи на мосту нормальнаго поѣзда, какъ представлено на схемѣ:

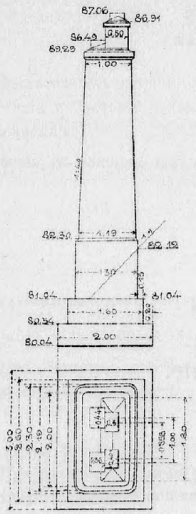


Реакція опоры отъ подвижной нагрузки:

$$A=[15\times(9,755+8,455+7,155+5,855)+12,50\times(2,055+3,655+5,255)]\times\frac{1}{19,055}+[15\times$$
$$\times(12,140+10,840+9,540+8,240)+12,50\times(3,740+2,140+0,540)]\times\frac{1}{12,140}=31,76922+$$
$$+56,97282=88,74204 \text{ тоннъ}=5417,480 \text{ пуд.}$$

I. Устойчивость быка.

Наиболѣе неблагопріятнымъ для устойчивости быка будетъ то положеніе, когда верхнее строеніе еще не поставлено на опоры. Въ такомъ случаѣ перемѣщенію быка сопротивляется единственно вѣсъ самаго быка.



Кладка быка.

1) $2\times 0,30\times 0,40\times 0,15+0,50\times 1,80\times(86,91-$
$-86,29)+2\times 0,36\times 0,44\times 0,20=$ 0,657

2) $\left[\frac{1}{3}(1,00\times 2,00+1,19\times 2,19+\right.$
$\left.+\sqrt{1,00\times 2,00\times 1,19\times 2,19})-0,15^2\times(4,00-\right.$
$\left.-3,14)\right]\times(86,29-82,30)=$ 9,086

3) $[1,30\times 2,30-0,20^2(4-3,14)]\times(82,30-$
$-81,04)$ 3,724

4) $1,60\times 2,60\times(81,04-80,54)$ 2,080

5) $2,00\times 3,00\times(80,54-80,04)$ 3,000

Объемъ быка . . . 18,547 куб. саж.

Земля на обрѣзахъ:

1) $\frac{1,08+1,23}{2}\times 0,15\times 2,60$. 0,451

2) $\frac{1}{2}\times 1,08^2\times 0,35\times 2$ 0,408

3) $\frac{1,73+1,93}{2}\times 0,20\times 3,00$. 1,098

4) $1,60\times 0,50\times 0,20\times 2$ 0,320

5) $0,20\times 0,50\times 3,00$. 0,300

2,577

Давленіе быка на основаніе:

$$Q_2=18,547\times 1300+2,557\times 1000=26688 \text{ пуд.}$$

Моментъ относительно наружнаго ребра:

$$M_2=Q_2\times\frac{2,00}{2}=26688 \text{ пудо-саж.}$$

Дѣйствующій на быкъ горизонтальный распоръ откоса вычисленъ по формулѣ:

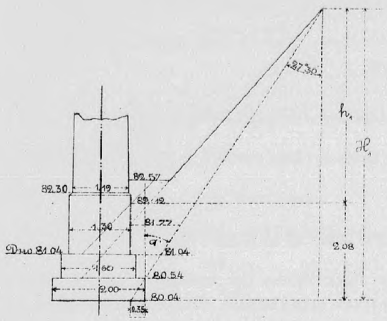
$$E=\frac{1}{2}\gamma\left\{H_1^2tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)-h_1^2tg45^0\right\}\times tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)A;$$

γ—вѣсъ 1 куб. саж. земли=1000 пуд.

$$tg\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)=tg27\,{}^1/_2{}^0=0,521.$$

A—ширина быка принята средняя изъ ширины частей быка, подверженныхъ напору:

$$A=\frac{3,00\times0,50+2,60\times0,50+2,30\times0,73}{1,73}=2,589 \text{ саж.}$$



h—высота откоса, производящаго давленіе, опредѣлится изъ уравненія (изъ треугольниковъ ABC и ADE):

$$h-0,35=H_1 tg 27^0 30'=(h_1+2,08)tg 27^0 30',$$

откуда:

$$h_1=\frac{2,08\times0,52057+0,35}{1-0,52057}=2,989 \text{ саж.}$$

$$H_1=2,989+2,080=5,069 \text{ саж.}$$

$$E'=\frac{1}{2}\times1000\,(5,069^2\times0,52057-2,989^2)\times$$
$$\times0,52057\times2,589=2993,231 \text{ пуд.}$$

Плечо распора:

$$e'=\frac{H_1-h_1}{3}=\frac{5,069-2,989}{3}=\frac{2,08}{3}=$$
$$=0,693 \text{ саж.}$$

Моментъ:

$$M'=E'e'=2993,231\times0,693=2075,307 \text{ пудо-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости на вращеніе:

$$\vartheta=\frac{M_2}{M'}=\frac{26688}{2075,307}=12,860.$$

Коэффиціентъ устойчивости на скольженіе:

$$\eta=\frac{fQ_2}{E'}$$

f—коэффиціентъ тренія $=0,57$:

$$\eta=\frac{0,57\times26688}{2993,231}=\frac{15203,04}{3124}=5,082.$$

II. Давленіе быка на основаніе.

Полное вертикальное давленіе быка на основаніе.

1) Реакція опоры отъ подвижной нагрузки. 5417,480

2) Вѣсъ верхняго строенія, считая вѣсъ полотна по 71,18 пуд. на пог. саж.:

а) для 8-ми саж. фермы:

$$\frac{1}{2}(1287,21+8,931\times71,18)=\frac{1922,920}{2}= \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 961,460$$

б) для 5-ти саж. фермы:

$$\frac{1}{2}(537,78+5,69\times71,18)=\frac{942,800}{2}= \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 471,400$$

3) Вѣсъ кладки быка и земли на обрѣзахъ 26688

Всего $Q_0=33538,340$ пуд.

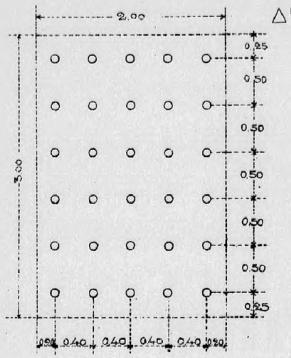
Площадь основанія быка:

$$\omega=2,00\times3,00=6,00 \text{ кв. саж.}$$

Давленіе на 1 кв. саж.:

$$\triangle=\frac{Q_0}{\omega}=\frac{33538,340}{6,00}=5589,723 \text{ пуд.,}$$

чему соотвѣтствуетъ давленіе на 1 кв. дм.:



$$\triangle'=\frac{5589,723}{7056}=0,792 \text{ пуд.}$$

Въ случаѣ, если бы грунтъ основанія по вырытіи котлована оказался бы слабъ для найденнаго давленія, быки будутъ заложены на сваяхъ, при чемъ подъ каждый быкъ достаточно забить 30 шт. свай.

Сопротивленіе одной сваи:

$$g=\frac{33538,340}{30}=1117,945 \text{ пуд.}<1200 \text{ пуд.}$$

III. Повѣрка глубины заложенія.

Выше найдено давленіе на 1 кв. саж. основанія:

$$\triangle=5589,723 \text{ пуд.}$$

Высота столба земли, производящаго равное давленіе:

$$H'=\frac{5589,723}{1000}=5,590 \text{ саж.}$$

Достаточность глубины заложенія провѣримъ по формулѣ инженера Янковскаго, результаты вычисленія по которой весьма близко сходятся съ опытными данными, полученными профессоромъ Курдюмовымъ.

Формула пишется такъ:

$$H'=2h=\left[\frac{tg\left(\frac{45^0+\varphi}{2}\right)}{tg\left(\frac{45^0-\varphi}{2}\right)}\right]^2, \text{ здѣсь:}$$

h – глубина заложенія, соотвѣтствующая временному сопротивленію грунта;

φ—уголъ естественнаго откоса песка $=32^0$.

Имѣя данными дѣйствительную глубину заложенія H, а также φ, можемъ опредѣлить h и и коэффиціентъ прочности:

$$m=\frac{H}{h}.$$

При этомъ необходимо обратить вниманіе на то, что въ формулѣ инженера Янковскаго h соотвѣтствуетъ временному сопротивленію грунта; прочное же сопротивленіе слѣдуетъ принимать въ 5 разъ меньше временнаго, поэтому обычный коэффиціентъ прочности относительно прочнаго сопротивленія должно принять:

$$\lambda=\frac{1}{5}m.$$

Для даннаго случая имѣемъ:

$$\left[\frac{tg\left(\frac{45^0+\varphi}{2}\right)}{tg\left(\frac{45^0-\varphi}{2}\right)}\right]^2=\left(\frac{tg38,5^0}{tg6,5^0}\right)^2=\left(\frac{0,79544}{0,11394}\right)^2=\frac{0,6327}{0,0130}=48,737.$$

Такимъ образомъ глубина, соотвѣтствующая временному сопротивленію:

$$h=\frac{H'}{2\times48,737}=\frac{5,590}{97,474}=0,0573.$$

Дѣйствительная глубина заложенія:

$$H = 81{,}04 - 80{,}04 = 1 \text{ саж.}$$

Коэффиціентъ прочности:

$$\lambda = \frac{1}{5} \times \frac{H}{h} = \frac{1{,}00}{5 \times 0{,}0573} = 3{,}490.$$

Такимъ образомъ размѣры быковъ вполнѣ удовлетворяютъ условіямъ прочности и устойчивости.

За Главнаго Инженера *А. Мурзо.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *Б. Беккеръ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

Одобренъ Департаментомъ жел. дорогъ по докладу 9 Декабря 1898 года № 2124 съ слѣдующими условіями:

1) въ предупрежденіе размыва высокими водами конусовъ насыпи позади быковъ, между ними и устоями сдѣлать, если Инспекція признаетъ то нужнымъ по мѣстнымъ условіямъ, продольныя каменныя стѣнки, возвышающіяся на 0,25 саж. надъ подпорнымъ горизонтомъ;

2) на устояхъ устроить перила съ укрѣпленіемъ ихъ, въ виду недостаточной ширины устоевъ по верху, на консоляхъ;

3) опредѣленіе глубины заложенія опоръ и системы устройства основаній (при чемъ давленія на подошвы основаній не должны превосходить допускаемыхъ), а также опредѣленіе способовъ укрѣпленія русла, конусовъ и откосовъ насыпи, протяженія съемки грунта и мѣръ для надлежащаго направленія воды въ отверстія мостовъ предоставляется Инспектору, равно какъ и утвержденіе размѣровъ упомянутыхъ въ п. 1 каменныхъ стѣнокъ позади быковъ;

5) взамѣнъ проектируемаго устройства на верхнихъ площадкахъ быковъ каменныхъ надстроекъ для поддержанія концовъ фермъ боковыхъ пролетовъ рекомендуется всѣ подферменники на быкахъ расположить въ одномъ уровнѣ, напр. устроивъ на быкахъ для фермъ крайнихъ пролетовъ подвижныя опорныя части съ катками и балансирами, увеличивъ высоту самыхъ фермъ боковыхъ пролетовъ и т. п.; при невозможности же избѣжать надстроекъ кладка таковыхъ должна быть произведена изъ отборнаго матеріала и на цементномъ растворѣ;

7) утвержденіе проектируемаго измѣненія продольнаго профиля пути у моста и въ зависимости отъ рѣшенія этого вопроса, окончательное утвержденіе проекта самаго моста предоставляется Инспектору.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Мацѣевскій.

Вѣрно: За Дѣлопроизводителя Деливрон.

Съ копіей вѣрно: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Къ проекту, одобренному Департаментомъ жел. дор. по докладу 5 Ноября 1898 г. № 1884.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

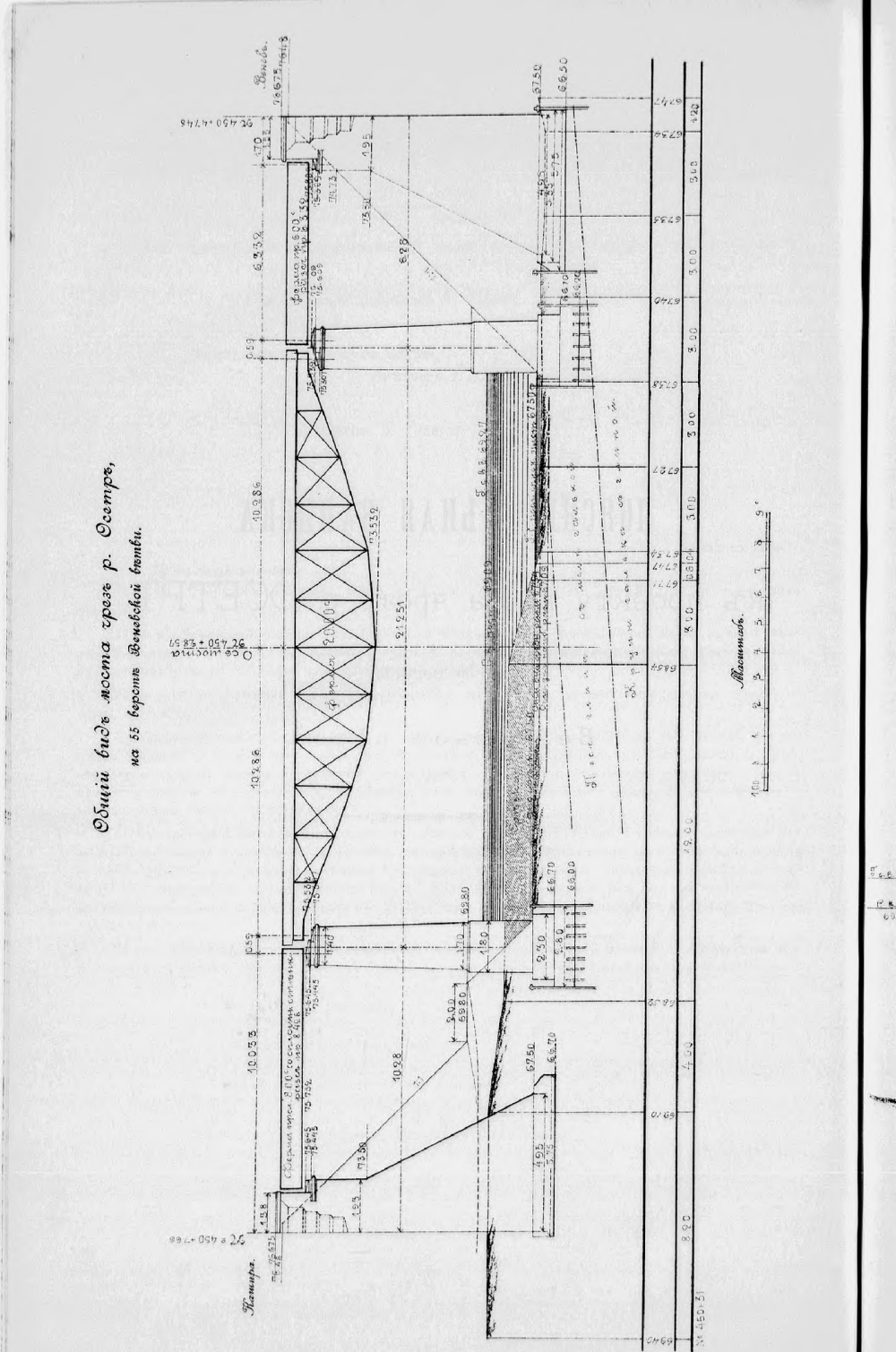
(Условія утвержденія см. въ концѣ записки).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ р. ОСЕТРЪ

на 55 верстѣ

Веневской вѣтви.



Общій видъ моста чрезъ р. Осетръ, на 55 верстѣ Веневской вѣтви.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту моста чрезъ рѣку ОСЕТРЪ,

на 55 верстѣ Веневской вѣтви

пик. №. 450+28,57.

Расчетъ отверстія.

Веневская вѣтвь пересѣкаетъ рѣку Осетръ между пикетами за №№ 450 и 451, близъ деревни Уваровки, проходя на 30 саж. по рѣкѣ выше мельничной плотины (при деревнѣ Уваровкѣ); на 1652 сажени по рѣкѣ ниже этой плотины находится другая у деревни Звойки. Плотины состоятъ изъ двухъ частей—постоянной—изъ каменной наброски съ глинистымъ ядромъ и разборной—деревянной.

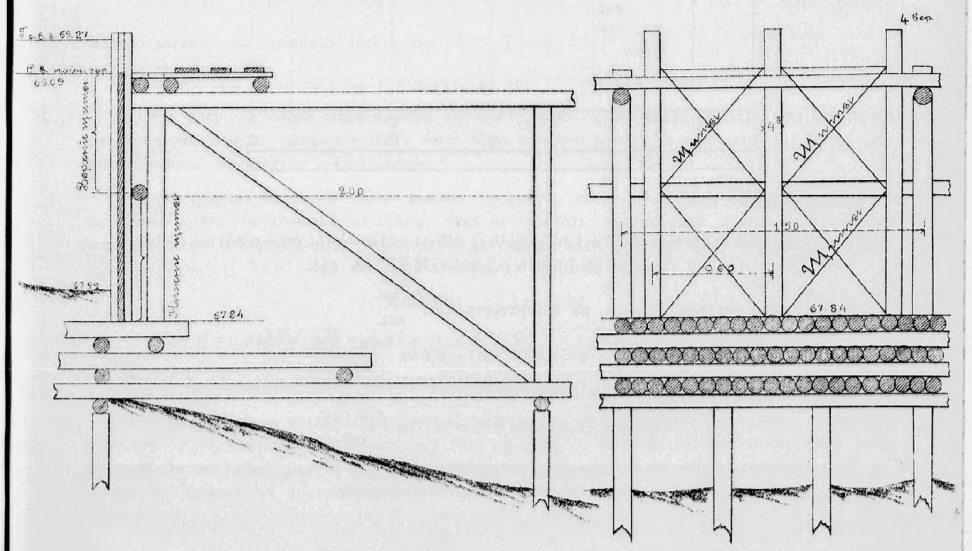
Плотины при высокихъ водахъ не работаютъ, такъ какъ на время прохода весеннихъ водъ всѣ щиты въ плотинахъ вынимаются; тѣмъ не менѣе въ мѣстахъ устройства плотинъ являются перепады, вслѣдствіе съуженія живого сѣченія рѣки. Въ виду этого расчетъ расхода воды въ рѣкѣ Осетрѣ можетъ быть довольно точно опредѣленъ на основаніи наблюденій надъ проходомъ весеннихъ водъ чрезъ плотины и, главнымъ образомъ, чрезъ ближайшую къ мѣсту устройства моста плотину у деревни Уваровки.

Данныя

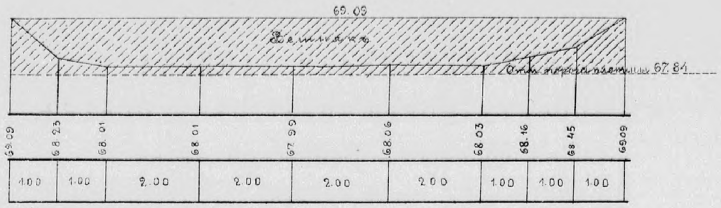
о плотинѣ у деревни Уваровки.

1) Горизонтъ самыхъ высокихъ весеннихъ водъ у верхней плотины . . . . . 69,27.
2) Наивысшій подпорный горизонтъ и отмѣтка верха щитовъ. . . . . 69,09.
3) Отмѣтка порога плотины . . . . . 67,84.
4) Ширина сливныхъ отверстій между осями стоекъ . . . . . 0,60 саж.
5) Число сливныхъ отверстій . . . . . 21.
6) Длина разборчатой деревянной части плотины . . . . . 13 саж.

Чертежъ плотины у деревни Уваровки.



Живое сѣченіе у вешняка.



Расходъ чрезъ плотину.

1) При наивысшемъ весеннемъ горизонтѣ 69,27.

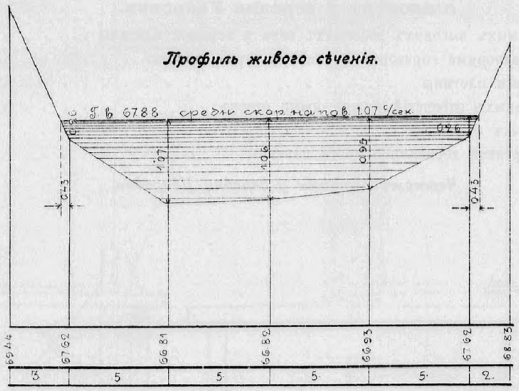
Весною при высокихъ водахъ всѣ щиты снимаются. Принимая число сливныхъ отверстій 21,— ширину ихъ между осями стоекъ 0,60 саж., найдемъ свободную ширину въ свѣту сливного отверстія, за вычетомъ 20-ти 4-хъ вершковыхъ свай:

$$b = 21 \times 0{,}60 - 20 \times 0{,}08 = 12{,}60 - 1{,}60 = 11{,}00 \text{ саж.}$$

Расходъ опредѣлится по формулѣ для водосливовъ съ широкой горизонтальной площадкой:

$$Q = 0{,}35bh\sqrt{2gh} = 0{,}35 \times 11 \times 1{,}43\sqrt{9{,}2 \times 1{,}43} = 19{,}969 \text{ куб. саж.} = \backsim 20 \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$$

Въ этомъ году при проходѣ весеннихъ водъ въ живомъ сѣченіи ниже плотины были произведены наблюденія поверхностныхъ скоростей поплавками.



Площадь живого сѣченія:

$$\omega = 2 \times \tfrac{1}{2} \times 0{,}43 \times 0{,}26 + \tfrac{1}{2}(0{,}26 + 1{,}07)5 + \tfrac{1}{2}(1{,}07 + 1{,}06)5 + \tfrac{1}{2}(1{,}06 + 0{,}95)5 + \tfrac{1}{2}(0{,}95 + 0{,}26)5 = 0{,}112 + 3{,}325 + 5{,}325 + 5{,}025 + 3{,}025 = \mathbf{16{,}812} \text{ кв. саж.}$$

Наблюденная средняя скорость на поверхности $1{,}07 \frac{\text{саж.}}{\text{сек.}}$

Средняя скорость всего сѣченія $v = 0{,}93 \times 1{,}07 = 0{,}995 \frac{\text{саж.}}{\text{сек.}}$

Расходъ въ живомъ сѣченіи при горизонтѣ 67,88:

$$Q_{67{,}88} = 16{,}812 \times 0{,}995 = 16{,}728 \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$$

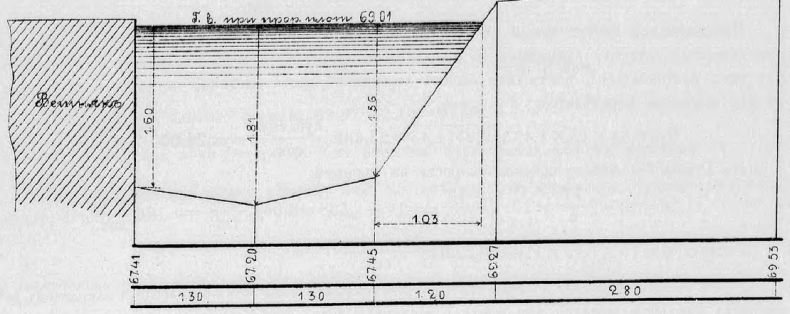
Этотъ расходъ меньше ранѣе опредѣленнаго наибольшаго $Q = 20$ куб. саж., что вѣроятно въ виду того, что въ этомъ году воды не были особенно высокими.

Расходъ при прорывѣ плотины.

20-го Іюня сего 1898 года при сильномъ ливнѣ и при закрытыхъ всѣхъ щитовыхъ отверстіяхъ произошелъ прорывъ плотины въ тотъ моментъ, когда вода достигла подпорнаго горизонта 69,01.

Была вынесена часть дамбы, сопрягающей вешнякъ съ Веневскимъ берегомъ; профиль прорыва имѣлъ видъ, показанный ниже; чрезъ прорывъ вода прошла въ нижній прудъ и горизонтъ воды въ верхнемъ прудѣ понизился до отмѣтки 67,50.

Профиль прорыва 20 Іюня 1898 года.



Площадь живого сѣченія прорыва:

$$\omega = \tfrac{1}{2}(1{,}60 + 1{,}81) \times 1{,}30 + \tfrac{1}{2}(1{,}81 + 1{,}56) \times 1{,}3 + \tfrac{1}{2} \times 1{,}56 \times 1{,}03 = 2{,}217 + 2{,}190 + 0{,}803 = \mathbf{5{,}210} \text{ кв. саж.}$$

Средняя скорость въ прорывѣ по Гумфрейсъ-Абботу $v = 10 - \frac{17}{h}$, гдѣ h—наибольшая глубина въ прорывѣ въ футахъ—$h = 1{,}81$ саж. $= 12{,}67$ фут.

Тогда средняя скорость $v = 10 - \frac{17}{12{,}67} = 10 - 1{,}342 = 8{,}658 \frac{\text{фут.}}{\text{сек.}} = \mathbf{1{,}237} \frac{\text{саж.}}{\text{сек.}}$

Расходъ при прорывѣ $Q = \omega v = 5{,}210 \times 1{,}237 = \mathbf{6{,}445} \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$, что гораздо менѣе опредѣленнаго расхода при высокихъ водахъ этого года $Q = 16{,}728 \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$

Обстоятельства этого прорыва указываютъ на то:

1) что прорывъ скорѣе всего можетъ произойти, какъ и слѣдовало ожидать, при закрытыхъ щитовыхъ отверстіяхъ, когда горизонтъ воды ниже плотины низокъ и свободный напоръ съ верховой стороны значительно увеличивается;

2) что прорывъ вѣроятнѣе всего можетъ произойти въ земляной части плотины и прорывъ не можетъ имѣть значительной величины, такъ что расходъ при прорывѣ будетъ меньше, чѣмъ при открытыхъ всѣхъ сливныхъ отверстіяхъ; въ самомъ дѣлѣ расходъ чрезъ всѣ сливныя отверстія при горизонтѣ 69,01, при которомъ произошелъ прорывъ, будетъ:

$$h = 69{,}01 - 67{,}84 = 1{,}17,$$

$$Q = 0{,}35bh\sqrt{2gh} = 0{,}35 \times 11 \times 1{,}17\sqrt{9{,}2 \times 1{,}17} = \mathbf{14{,}779} \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}},$$

что болѣе расхода при прорывѣ при томъ же самомъ горизонтѣ—$6{,}445 \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$

Опредѣлимъ теперь расходъ при прорывѣ плотины въ предположеніи наивысшаго подпорнаго горизонта 69,09, считая самый невыгодный видъ прорыва, т. е. когда прорывъ происходитъ не въ земляной части дамбы, дающей, какъ мы выше видѣли, сравнительно незначительное спускное отверстіе, но предполагая при горизонтѣ 60,09 полный выносъ всѣхъ щитовъ, стоекъ и деревянныхъ

частей на уровнѣ дна русла выше плотины, т. е. на уровнѣ порога плотины; при всей ширинѣ вешняка 13 саж. расходъ въ первый моментъ прорыва опредѣлится въ:

$$Q_{max}=0,35\times13\times1,25\sqrt{9,2\times1,25}=\mathbf{19,287}\ \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$$

По Гумфрейсъ-Абботу средняя скорость въ прорывѣ:

$$v=10-\frac{17}{h}=10-\frac{17}{8,75}=10-1,943=8,057\ \frac{\text{фут.}}{\text{сек.}}=1,151\ \frac{\text{саж.}}{\text{сек.}}$$

Расходъ въ прорывѣ будетъ:

$$Q=\omega v=13\times1,25\times1,151=\mathbf{18,704}\ \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}},$$

незначительно разнящійся отъ выше опредѣленнаго **19,287** $\frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$

Предположимъ теперь самый невыгодный случай, а именно, что при весеннихъ водахъ сливныя отверстія остаются закрытыми и при наивысшемъ горизонтѣ 69,27 происходитъ прорывъ,— при чемъ предполагаемъ опять таки выносъ деревянной части плотины; тогда расходъ по формулѣ для водослива опредѣлится:

$$Q=0,35\times13\times1,43\sqrt{9,2\times1,43}=23,600\ \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}=\backsim\mathbf{24,00}\ \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$$

По Гумфрейсъ-Абботу средняя скорость въ прорывѣ:

$$v=10-\frac{17}{h}=10-\frac{17}{10,01}=10-1,698=8,302\ \frac{\text{фут.}}{\text{сек.}}=1,186\ \frac{\text{саж.}}{\text{сек.}}$$

Расходъ $Q=13\times1,43\times1,186=22,048\ \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$

Этотъ расходъ безусловно является преувеличеннымъ, такъ какъ обусловленъ закрытіемъ всѣхъ сливныхъ отверстій вешняка при проходѣ весеннихъ водъ, чего владѣлецъ мельницы, опасаясь размыва плотины, тщательно избѣгаетъ; тѣмъ не менѣе этотъ расходъ возможенъ и его, какъ наибольшій изъ опредѣленныхъ, принимаемъ за расчетный расходъ при прорывѣ плотины.

Естественный грунтъ русла—песчано-глинистый съ мелкой галькой; принимая скорость по дну для даннаго грунта равной средней изъ допускаемыхъ скоростей для песчанаго и глинистаго грунтовъ, т. е. $\frac{3+5}{2}=4\ \frac{\text{фут.}}{\text{сек.}}$ по дну и среднюю всего сѣченія:

$$v_0=\frac{0,541+0,863}{2}=0,702\ \frac{\text{саж.}}{\text{сек.}},$$

опредѣлимъ потребную площадь живого сѣченія подъ мостомъ при наибольшемъ расходѣ весеннихъ водъ:

$$\omega=\frac{Q_{max}}{\mu v_0}=\frac{20}{0,95\times0,702}=\frac{20}{0,674}=\mathbf{29,990}\ \textbf{кв. саж.}$$

Предполагая срѣзку грунта на отмѣткѣ 67,50, получимъ необходимое отверстіе моста, принимая среднюю глубину $h_0=69,27-67,50=1,77$:

$$l=\frac{\omega}{69,27-67,50}=\frac{29,990}{1,77}=16,943\ \text{саж.}$$

Отверстіе моста въ зависимости отъ наибольшаго расхода при прорывѣ плотины $max max Q=24\ \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$ найдемъ равнымъ:

$$l_0=\frac{max max Q}{\mu v_0 h}=\frac{24,00}{0,95\times0,702\times1,77}=\frac{24,00}{1,180}=20,332\ \text{саж.}$$

Принимаемъ отверстіе моста **20 саж.**

Расчетный пролетъ 20,571 саж.

Свободная ширина между быками выше горизонта 67,50:

$$l=20,571-1,80=18,771\ \text{саж.}$$

Площадь живого сѣченія между опорами выше горизонта 67,50:

$$\omega_1=18,771\times1,77=\mathbf{33,225}\ \textbf{кв. саж.},$$

что болѣе необходимой площади $\omega=29,990$ кв. саж. при наибольшемъ весеннемъ расходѣ:

$$Q_{max}=20,00\ \frac{\text{куб. саж.}}{\text{сек.}}$$

При прорывѣ плотины, необходимая площадь живого сѣченія подъ мостомъ:

$$\omega=\frac{24}{0,95\times0,702}=\mathbf{35,988}\ \textbf{кв. саж.}$$

Слѣдовательно, при прорывѣ плотины произойдетъ размывъ русла, при разстояніи между шпунтовыми рядами опоръ въ $l=18,771-1,00=17,771$ саж., глубина размыва будетъ:

$$x_0=\frac{\omega-\omega_1}{l}=\frac{35,988-33,225}{17,771}=\frac{2,763}{17,771}=0,16\ \text{саж.}$$

Слѣдовательно отмѣтка дна средняго размыва $67,50-0,16=67,34$.

Наибольшая глубина до размыва $h_{max}=69,27-67,27=2,00$ саж.

Наибольшая глубина послѣ размыва:

$$x_{max}=\frac{(0,16+1,77)\times2,00}{1,77}=\frac{3,86}{1,77}=\mathbf{2,18}\ \textbf{саж.}$$

Отмѣтка дна наибольшаго размыва $69,27-2,18=\mathbf{67,09}$.

Площадь бассейна рѣки Осетра по 3-хъ верстной картѣ равна 164 кв. верстамъ.

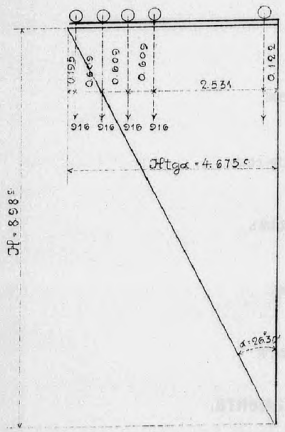
Достаточная площадь живого сѣченія подъ мостомъ согласно циркуляру Техническо-Инспекторскаго Комитета отъ 11 Ноября 1877 года за № 11230:

$$\omega=164\times0,06=9,840\ \text{кв. саж.},$$

что значительно менѣе имѣющейся $\omega=\mathbf{33,223}$ **кв. саж.**

Расчетъ устойчивости Веневскаго устоя.

Горизонтальныя силы.



Высота временной нагрузки, расположенной на насыпи позади устоя, приведенная къ матеріалу насыпи, принимая уголъ естественнаго грунта $\varphi=35^0$, а уголъ обрушенія $\alpha=45^0-\frac{\varphi}{2}=27^0 30'$ и вѣсъ кубической сажени земли $\gamma=1000$ пудамъ, опредѣлится при дѣйствіи ея по всей ширинѣ устоя $b=2,20$ саж.:

$$h_1=\frac{5\times916}{4,675\times2,20\times1000}=\frac{4580}{10285}=0,45\ \text{саж.}$$

Добавляя толщину балластнаго слоя $h_2=0,195$ саж., получимъ $h_0=h_1+h_2=0,45+0,195=0,645$ саж.

Напоръ насыпи вмѣстѣ съ временной нагрузкой сзади устоя:

$$Q_1=b\gamma\times\frac{1}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)\times H\times(H+2h_0)=2,20\times$$
$$\times1000\times0,136\times8,98\times(8,98+1,29)=27594\ \text{пудамъ.}$$

Плечо напора относительно ребра A:

$$q_1=\frac{H}{3}\times\frac{H+3h_0}{H+2h_0}=\frac{8,98}{3}\times\frac{8,98+1,935}{8,98+1,29}=\frac{98,0167}{30,81}=3,181\ \text{саж.}$$

Моментъ напора относительно ребра A:

$$Q_1q_1=27594\times3,181=\backsim87776\ \text{пудо-саж.}$$

Моментъ напора относительно ребра C:

$$Q_1q'=27594\times(3,181+1,00)=\backsim115370\ \text{пудо-саж.}$$

Напоръ Q_2 части конуса, расположенной спереди устоя передъ плоскостью AL (черт. устоя):

$$Q_2=\frac{\gamma b H_2^2}{2}\times cs\omega\times\frac{sn\alpha}{cs(\alpha_2-\omega)tg(\alpha_2+\varphi)},$$

гдѣ α_2 — уголъ обрушенія для призмы ALx (Николаи—Мосты, стр. 208):

$$\omega=45^0 \qquad \varphi=35^0$$

$$H=4{,}43 \text{ саж.}$$

$$b=2{,}20 \text{ саж.}$$

Уголъ обрушенія α_2 опредѣлится изъ условія:

$$tg\alpha_2=\frac{-tg\varphi+\sqrt{sec^2\varphi+\frac{2tg\omega}{sn2\varphi}}}{1+\frac{2tg\omega}{sn2\varphi}}=\frac{-tg\varphi+\sqrt{1+tg^2\varphi+\frac{2tg\omega}{sn2\varphi}}}{1+\frac{2tg\omega}{sn2\varphi}}=$$

$$=\frac{-0{,}70021+\sqrt{1+0{,}49029+\frac{2\times1{,}00}{0{,}93969}}}{1+\frac{2\times1{,}00}{0{,}93969}}=\frac{-0{,}70021+1{,}90227}{3{,}12836}=0{,}38425.$$

$$arctg0{,}38425=21^0 1'9{,}11'' \text{ и } sin\alpha_2=0{,}35868;$$

$$cos(\alpha_2-\omega)=cos(23^0 58'50{,}89'')=0{,}91;$$

$$tg(\alpha_2+\varphi)=tg(56^0 1'9{,}11'')=1{,}48364;$$

$$cos\omega=cos45^0=0{,}70711.$$

Тогда: $Q_2=\frac{1000\times2{,}20\times4{,}43^2\times0{,}70711\times0{,}35868}{2\times0{,}91368\times1{,}48364}=\frac{10950{,}256}{2{,}7111}=\backsim$**4039 пуд.**

Плечо напора относительно ребра A:

$$q_2=\frac{H_2}{3}=\frac{4{,}43}{3}=\mathbf{1{,}477} \text{ саж.}$$

Моментъ напора относительно ребра A:

$$Q_2q_2=4039\times1{,}477=\backsim\mathbf{5964} \text{ пудо-саж.}$$

Моментъ относительно ребра C:

$$Q_2q_2'=4039\times(1{,}477+1{,}00)=10003 \text{ пудо-саж.}$$

Равнодѣйствующая Q напоровъ Q_1 и Q_2:

$$Q_0=Q_1-Q_2=27594-4039=\mathbf{23555} \text{ пудамъ.}$$

Моментъ равнодѣйствующей Q относительно ребра A:

$$Qq=87776-5964=\mathbf{81812} \text{ пудо-саж.}$$

Моментъ ея относительно ребра C:

$$Q_0q_0=115370-10003=\mathbf{105367} \text{ пудо-саж.}$$

Устойчивость въ плоскости фундамента.

Вертикальныя силы и ихъ моменты относительно ребра А:

1) Вѣсъ кладки устоя между отмѣтками 76,555 и 67,50:

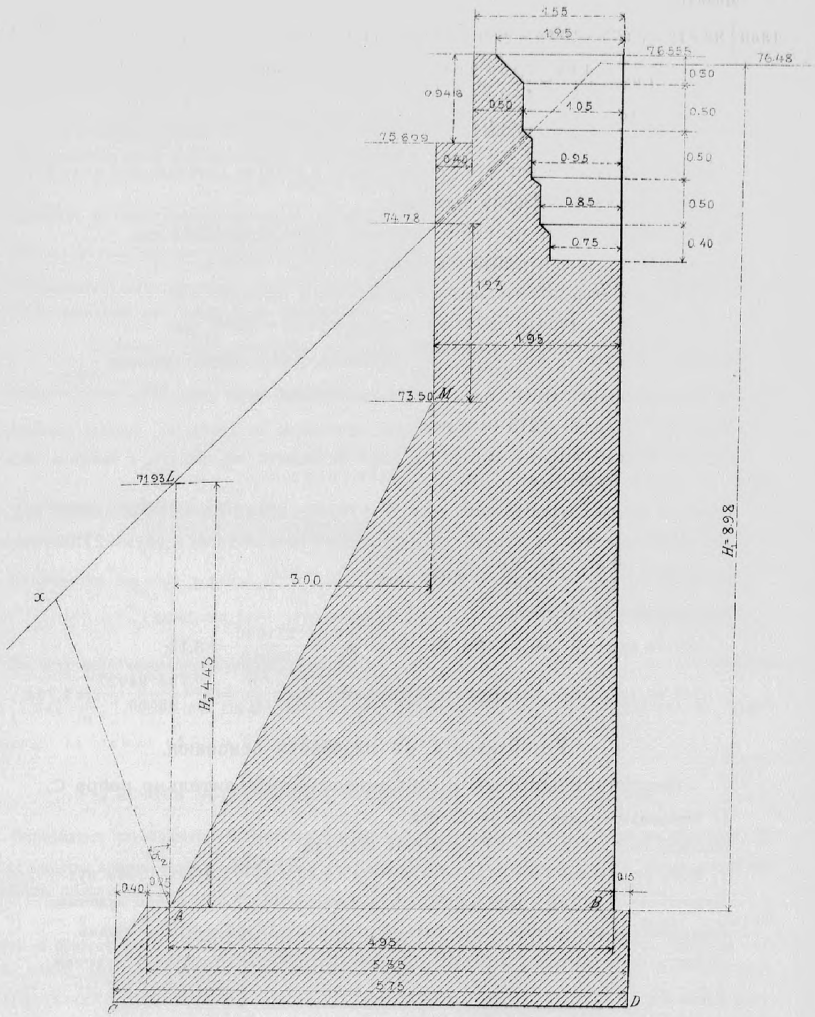
$$1300\Big\{1{,}95\times2{,}20\times9{,}055+{}^1/_2\times2{,}20\times3{,}00\times6{,}00-\Big(0{,}40\times2{,}20\times0{,}946+$$

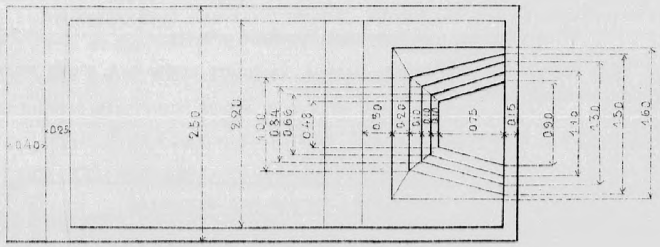
$$+\frac{1{,}60\times1{,}25+{}^1/_2(1{,}50+1{,}00)1{,}05}{2}\times0{,}30+{}^1/_2(1{,}50+1{,}00)1{,}05\times0{,}50+{}^1/_2(1{,}30+$$

$$+0{,}84)0{,}95\times0{,}50+{}^1/_2(1{,}10+0{,}66)0{,}85\times0{,}50+{}^1/_2(0{,}90+0{,}48)0{,}75\times0{,}40\Big)\Big\}=$$

$$=1300\,[38{,}846+19{,}800-(0{,}832+0{,}497+0{,}656+0{,}508+0{,}374+0{,}207)]=$$

$$=1300(58{,}646-3{,}075)=1300\times55{,}571=\mathbf{72242} \text{ пудамъ.}$$





Моментъ:

$$1300\Big\{38{,}846\times3{,}975+19{,}80\times2{,}00-\Big[0{,}832\times(4{,}95-1{,}75)+0{,}497\Big(4{,}95-\frac{1{,}25+1{,}05}{4}\Big)+$$

$$+0{,}656\Big(4{,}95-\frac{1{,}05}{3}\times\frac{1{,}50+2{,}00}{1{,}50+1{,}00}\Big)+0{,}508\Big(4{,}95-\frac{0{,}95}{3}\times\frac{1{,}30+1{,}68}{1{,}30+0{,}84}\Big)+0{,}374\Big(4{,}95-$$

$$-\frac{0{,}85}{3}\times\frac{1{,}10+1{,}32}{1{,}10+0{,}66}\Big)+0{,}207\Big(4{,}95-\frac{0{,}75}{3}\times\frac{0{,}90+0{,}96}{0{,}90+0{,}48}\Big)\Big]=1300\big[154{,}413+39{,}600-$$

$$-(2{,}664+2{,}174+2{,}927+2{,}292+1{,}705+1{,}955)\big]=1300\,(194{,}013-12{,}717)\Big\}=$$

$$=1300\times181{,}296=\backsim\mathbf{235685}\ \textbf{пудо-саж.}$$

2) Вѣсъ земли, заполняющей пустоты въ устоѣ $1000\times2{,}242=$ **2242 пуд.**

Моментъ $1000\times10{,}053=$ **10053 пудо-саж.**

3) Вѣсъ земли спереди устоя, давящей на наклонную плоскость AM:

$$1000\times{}^1/_2(1{,}28+4{,}43)\times3{,}00\times2{,}20=\mathbf{18843}\ \textbf{пуд.}$$

Моментъ $18843\times\frac{3{,}00}{3}\times\frac{4{,}43+2{,}56}{4{,}43+1{,}28}=18843\times1{,}224=$ **23067 пудо-саж.**

4) Вѣсъ пролетныхъ частей моста 688,53 пуд. $=\backsim$**700 пуд.**

Моментъ $700\times3{,}25=$ **2275 пудо-саж.**

5) Вѣсъ верхняго строенія на мосту и устоѣ въ расчетъ не принятъ, а также и вѣсъ балласта, для запаса устойчивости.

Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $W=72242+2242+18843+700=$ **94027 пуд.**

Моментъ ея относительно ребра A: $Ww=235685+10053+23067+2275=$ **271080 пудо-саж.**

Плечо $w=\frac{Ww}{W}=\frac{271080}{94027}=2{,}883$ саж.

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A: $m_1=\frac{Ww}{Qq}=\frac{271080}{81812}=3{,}13$;

2) на скольженіе въ плоскости фундамента $m_2=\frac{fW}{Q}=\frac{0{,}70\times94027}{23555}=2{,}794$.

Устойчивость въ плоскости основанія.

Вертикальныя силы и ихъ моменты относительно ребра C.

1) Вертикальная сила $W=$ **94027 пуд.**

Моментъ $94027\times(2{,}883+0{,}65)=$ **332197 пудо-саж.**

2) Вѣсъ фундамента $1300\times(5{,}75\times1{,}00-{}^1/_2\times0{,}40\times0{,}50)\times2{,}50=18363$ пуд.

Моментъ $1300\times(5{,}75\times1{,}00\times2{,}875-{}^1/_3\times0{,}40\times0{,}50)\times2{,}50=53640$ пудо-саж.

Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ $W_0=94027+18363=112390$ пудамъ.

Моментъ ея относительно ребра C: $W_0w_0=332197+53640=385837$ пудо-саж.

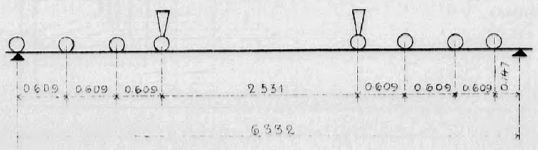
Плечо $W_0=\frac{W_0w_0}{W_0}=\frac{385837}{112390}=3{,}433$ саж.

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра C: $m_1=\frac{W_0w_0}{Q_0q_0}=\frac{385837}{105367}=3{,}662$;

2) на скольженіе въ плоскости основанія $m_2=\frac{0{,}57\times112390}{23555}=2{,}720$.

Для опредѣленія наибольшаго давленія на грунтъ необходимо ввести вліяніе временной нагрузки, расположенной на мосту.



Наибольшая вертикальная сила на опоры:

$$max\,V=\frac{916}{6{,}332}(0{,}147+0{,}756+1{,}365+1{,}974+4{,}505+5{,}114+5{,}723+6{,}332)=$$

$$=\frac{916\times25{,}916}{6{,}332}=\backsim\mathbf{3749}\ \textbf{пуд.}$$

Моментъ относительно ребра C: $3749\times3{,}90=\backsim$**14.621 пудо-саж.**

Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ, считая и временную нагрузку на мосту:

$$V=112390+3749=116139\ \text{пудамъ.}$$

Моментъ ея относительно ребра C: $Vv=385837+14621=400458$ пудо-саж.

Плечо ея $v=\frac{Vv}{V}=\frac{400458}{116139}=3{,}448$ саж.

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву фундамента въ точкѣ, отстоящей отъ ребра C въ разстояніи:

$$\beta=v-\frac{Q_0q_0}{V}=3{,}448-\frac{105367}{116139}=3{,}448-0{,}907=2{,}541\ \text{саж.},$$

что болѣе $\frac{5{,}75}{8}=1{,}917$ саж. трети подошвы.

Среднее давленіе на грунтъ въ Веневскомъ устоѣ:

$$\sigma_0=\frac{V}{\omega}=\frac{116139}{5{,}75\times2{,}50\times7056}=\frac{116139}{101430}=\mathbf{1{,}145}\ \frac{\textbf{пуд.}}{\textbf{дм.}^2}$$

Наибольшее давленіе у ребра C:

$$max\,\sigma=\sigma_0\Big(1+\frac{6a}{CD}\Big)=1{,}145\Big(1+\frac{6\times(2{,}875-2{,}541)}{5{,}75}\Big)=1{,}145(1+0{,}349)=\mathbf{1{,}544}\ \frac{\textbf{пуд.}}{\textbf{дм.}^2}$$

Наименьшее давленіе у ребра D:

$$min\,\sigma_0=\sigma_0\Big(1-\frac{6a}{CD}\Big)=1{,}145(1-0{,}349)=0{,}746\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Въ виду незначительности давленія на грунтъ какъ средняго $\Big(1{,}145\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}\Big)$, такъ и наибольшаго $\Big(1{,}544\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}\Big)$, является вполнѣ возможнымъ заложеніе устоевъ непосредственно на грунтѣ: Веневскаго на отмѣткѣ 66,50 и Каширскаго на отмѣткѣ 66,70.

Расчетъ устойчивости Веневскаго берегового быка.

Опредѣлимъ устойчивость Веневскаго берегового быка, какъ менѣе устойчиваго, въ виду того, что:

1) напоръ конуса значительнѣе, чѣмъ въ Каширскомъ, въ которомъ конусъ прерывается для устройства проѣзда и

2) вѣсъ 6-ти саженнаго балочнаго моста, перекрывающаго пространство между подпорной стѣнкой и береговымъ быкомъ и дающаго сопротивляющійся опрокидыванію быка внаружу моментъ менѣе, чѣмъ вѣсъ фермъ балочнаго моста Каширскаго устоя, имѣющаго пролетъ 8 сажень.

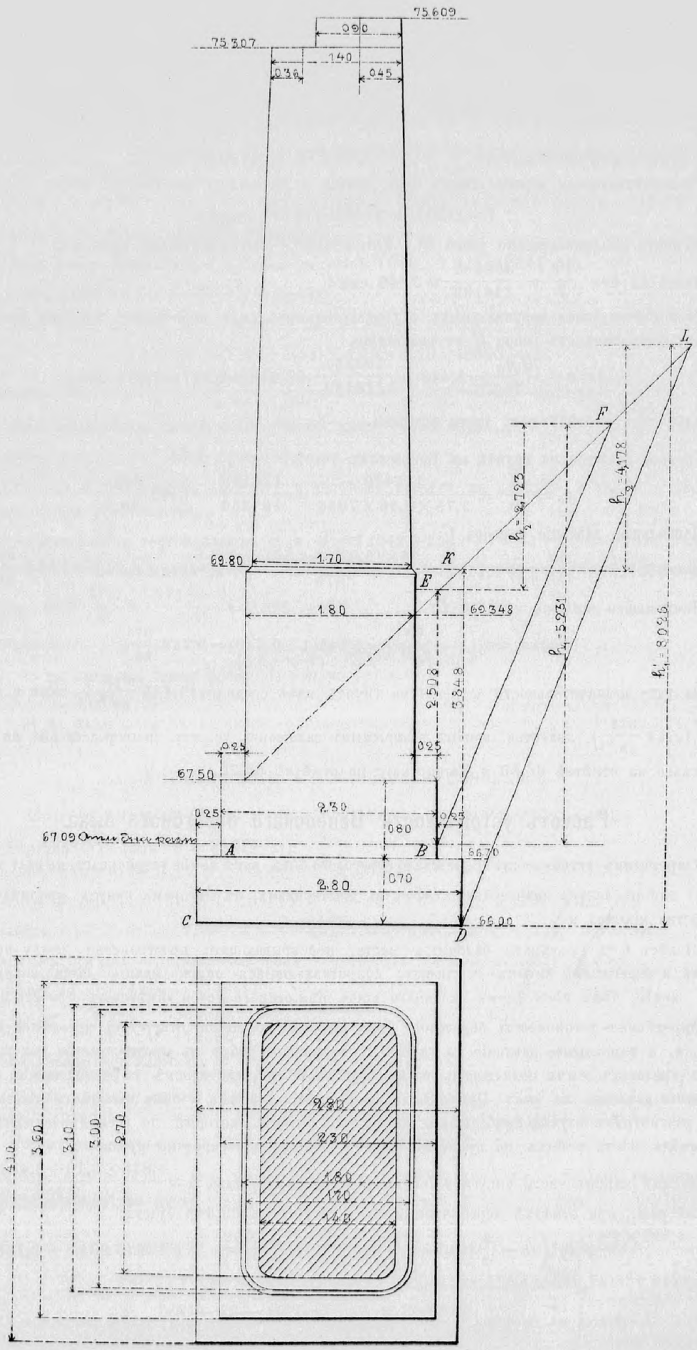
Опредѣлимъ устойчивость берегового быка въ предположеніи отсутствія временной на мосту нагрузки, а наибольшее давленіе на грунтъ у наружнаго ребра въ предположеніи нахожденія на обоихъ пролетахъ моста подвижного состава при наиболѣе невыгодномъ его расположеніи, дающемъ *maximum* давленія на быкъ. Примемъ для запаса, что размывъ у быка достигаетъ отмѣтки 67,09, т. е. разсмотримъ случай наибольшаго возможнаго размыва, который, по всей вѣроятности, не будетъ имѣть мѣста у быка, но произойдетъ гдѣ-нибудь вблизи середины русла.

Полный напоръ части конуса BEF на среднюю ширину быка $A=\frac{1{,}848\times3{,}10+0{,}41\times3{,}60}{2{,}258}=$ $=3{,}191$ саж., при отмѣткѣ пересѣченія конуса съ устоемъ 69,348 будетъ:

$$Q=\frac{3{,}191\times\gamma}{2}\times tg^2\Big(45-\frac{\varphi}{2}\Big)(h_1{}^2-h_2{}^2)\ ^{*)}=\frac{3{,}191\times1000}{2}\times0{,}136\,(5{,}231^2-2{,}723^2)=$$

$$=216{,}988(27{,}363-7{,}415)=216{,}988\times19{,}949=\backsim4329\ \text{пуд.}$$

*) h_2 опредѣлится изъ уравненія $\frac{(69{,}348-67{,}09+0{,}25)\times tg(27^\circ30')}{1-tg(27^\circ30')}=\frac{2{,}508\times0{,}52057}{1-0{,}52057}=2{,}723$ саж. и $h_1=2{,}508+$ $+2{,}723\times5{,}231$ саж.



Плечо напора относительно ребра A:

$$q = h_1 - \frac{2}{3} \times \frac{h_1^3 - h_2^3}{h_1^2 - h_2^2} = 5{,}231 - \frac{2}{3} \times \frac{143{,}138 - 20{,}190}{27{,}363 - 7{,}415} = 5{,}231 - \frac{2}{3} \times \frac{122{,}947}{19{,}949} = \mathbf{1{,}122}\ \text{саж.}$$

Моментъ напора $Qq = 4329 \times 1{,}122 = \mathbf{4857}$ **пудо-саж.**

При этомъ принимаемъ уголъ естественнаго откоса грунта $\varphi = 35^0$, а уголъ обрушенія $\alpha = 45 - \frac{\varphi}{2} = 27^0 30'$ и пренебрегаемъ какъ вѣсомъ, такъ и напоромъ насыпной призмы между конусомъ и быкомъ.

Вертикальныя силы и ихъ моменты относительно ребра А.

1) Кладка быка между отмѣтками 75,609 и 69,80:

$$1300 \times [0{,}90 \times 0{,}302 \times 2{,}70 + {}^1/_2(1{,}40 \times 2{,}70 + 1{,}70 \times 3{,}00) \times 5{,}507] = 1300 \times (0{,}734 + 24{,}451) =$$
$$= \backsim \mathbf{32740}\ \textbf{пудовъ.}$$

Моментъ $1300 \times (0{,}734 \times 1{,}35 + 24{,}451 \times 1{,}15) = \backsim \mathbf{37842}$ **пудо-саж.**

2) Кладка между отмѣтками 69,80 и 67,50:

$$1300 \times 1{,}80 \times 3{,}10 \times 2{,}30 = 1300 \times 12{,}834 = \backsim \mathbf{16684}\ \textbf{пуд.}$$

Моментъ $16684\left(\frac{1{,}80}{2} + 0{,}25\right) = 16684 \times 1{,}15 = \backsim \mathbf{19187}$ **пудо-саж.**

3) Кладка между отмѣтками 67,50 и 67,09:

$$1300 \times 2{,}30 \times 3{,}60 \times 0{,}41 = 1300 \times 3{,}395 = \backsim \mathbf{4413}\ \textbf{пуд.}$$

Моментъ $4413 \times 1{,}15 = \backsim \mathbf{5075}$ **пудо-саж.**

4) Давленіе на опоры постоянной нагрузки отъ 20-ти саженнаго моста (пояснительная записка 20-ти саж. фермы):

$$\frac{6912\ \text{пуд.}}{2} = \backsim \mathbf{3456}\ \textbf{пуд.}$$

Моментъ $3456 \times (1{,}15 - 0{,}34) = 3456 \times 0{,}81 = \backsim \mathbf{2799}$ **пудо-саж.**

5) Тоже отъ 6-ти саженнаго моста $\frac{688{,}53\ \text{пуд.}}{2} = \backsim \mathbf{344}$ **пуд.**

Моментъ $344 \times (1{,}15 + 0{,}25) = 344 \times 1{,}40 = \backsim \mathbf{482}$ **пудо-саж.**

Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ:

$$W = 32740 + 16684 + 4413 + 3456 + 344 = \mathbf{57637}\ \textbf{пуд.}\ ^{*)}$$

Моментъ ея относительно ребра A:

$$Ww = 37842 + 19187 + 5075 + 2799 + 482 = \mathbf{65385}\ \textbf{пудо-саж.}$$

Плечо ея относительно ребра A: $w = \frac{Ww}{W} = \frac{65385}{57637} = 1{,}134$ саж.

Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра A: $m_1 = \frac{Ww}{Qq} = \frac{65385}{4857} = 13{,}462$;

2) на скольженіе въ плоскости AB: $m_2 = \frac{fW}{Q} = \frac{0{,}70 \times 57637}{4329} = \frac{40346}{4329} = 9{,}320$.

Опредѣлимъ устойчивость быка въ плоскости основанія.

Напоръ призмы обрушенія DKL на среднюю ширину быка:

$$A = \frac{1{,}848 \times 3{,}10 + 0{,}80 \times 3{,}60 + 8{,}70 \times 4{,}10}{3{,}348} = 3{,}476\ \text{саж.}$$

$$Q_0 = \frac{3{,}476 \times 1000}{2} \times 0{,}136(8{,}026^2 - 4{,}178^2) = 236{,}368 \times (64{,}417 - 17{,}456) = 236{,}368 \times 46{,}961 =$$
$$= \backsim \mathbf{11100}\ \textbf{пудамъ.}$$

*) Земля на обрѣзѣ фундамента въ расчетъ не введена, въ виду запаса устойчивости быка.

Плечо напора:

$$q_0 = 8{,}026 - \frac{2}{3} \times \frac{8{,}026^3 - 4{,}178^3}{8{,}026^2 - 4{,}178^2} = 8{,}026 - {}^2/_3 \times \frac{517{,}008 - 72{,}930}{64{,}417 - 17{,}456} = 1{,}722 \text{ саж.}$$

Моментъ напора $Q_0 q_0 = 11100 \times 1{,}722 =$ **19014 пудо-саж.**

Добавочныя вертикальныя силы относительно ребра C.

6) Вѣсъ кладки фундамента между отмѣтками 67,09 и 66,70:

$$1300 \times 2{,}30 \times 3{,}60 \times 0{,}39 = 1300 \times 3{,}229 = \backsim \mathbf{4198} \text{ пуд.}$$

Моментъ $4198 \times \frac{2{,}80}{2} = \backsim$ **5877 пудо-саж.**

7) Кладка фундамента между отмѣтками 66,70 и 66,00:

$$1300 \times 2{,}80 \times 4{,}10 \times 0{,}70 = 1300 \times 8{,}036 = \mathbf{10447} \text{ пудо-саж.}$$

Моментъ ея $10447 \times 1{,}40 = \backsim$ **14626 пудо-саж.**

Равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ:

$$W_0 = 57637 + 4198 + 10447 = \mathbf{72282} \text{ пуд. *)}$$

Моментъ ея относительно ребра C:

$$W_0 w_0 = 57637 \times (1{,}134 + 0{,}25) + 5877 + 14626 = \backsim \mathbf{100298} \text{ пудо-саж.}$$

Плечо ея относительно ребра C:

$$w_0 = \frac{W_0 w_0}{W_0} = \frac{100298}{72282} = 1{,}388 \text{ саж.}$$

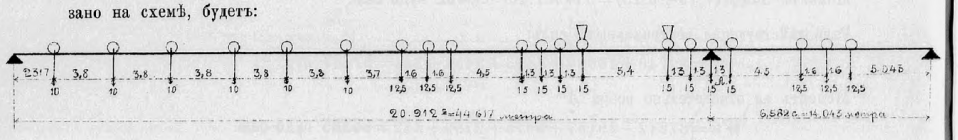
Коэффиціенты устойчивости:

1) на вращеніе около ребра C: $m_1 = \frac{W_0 w_0}{Q_0 q_0} = \frac{100298}{19014} = 5{,}275;$

2) на скольженіе въ плоскости основанія: $m_2 = \frac{f_0 W_0}{Q_0} = \frac{0{,}57 \times 72282}{11100} = \frac{41201}{11100} = 3{,}712.$

Для опредѣленія наибольшаго давленія на грунтъ у ребра C основанія быка вводимъ вліяніе временной нагрузки на обоихъ пролетахъ, вѣсъ верхняго строенія фермъ и вѣсъ земли на обрѣзахъ фундамента.

1) Реакція опоры, при наиболѣе невыгодномъ расположеніи временной нагрузки, какъ указано на схемѣ, будетъ:



$$A = \frac{12{,}50}{14{,}043} \times (5{,}043 + 6{,}643 + 8{,}243) + \frac{15}{14{,}043} \times (12{,}743 + 14{,}043) + \frac{15}{44{,}617} \times (43{,}317 +$$
$$+ 42{,}017 + 36{,}617 + 35{,}317 + 34{,}017 + 32{,}717) + \frac{12{,}50}{44{,}617} \times (28{,}217 + 26{,}617 + 25{,}017) +$$
$$+ \frac{10}{44{,}617} \times (21{,}317 + 17{,}517 + 13{,}717 + 9{,}917 + 6{,}117 + 2{,}317) = 17{,}7393 + 28{,}6114 +$$
$$+ 75{,}3083 + 22{,}3712 + 15{,}8912 = 159{,}9214 \text{ тоннъ} = \backsim 9763 \text{ пудамъ.}$$

Моментъ относительно ребра C будетъ:

$$M_A = 61{,}0475 \times [(17{,}7393 + 28{,}6114) \times 1{,}65 + (75{,}3083 + 22{,}3712 + 15{,}8912) \times 1{,}06] =$$
$$= \backsim 12018 \text{ пудо-саж.}$$

2) Вѣсъ верхняго строенія: поперечинъ, настила и рельсовъ, считая по 71,18 пуд. на пог. саж. фермъ, будетъ:

$$71{,}18 \times (10{,}626 + 3{,}416) = 756{,}359 + 243{,}151 = \backsim 1000 \text{ пуд.}$$

Моментъ относительно ребра C будетъ:

$$M = 756{,}359 \times 1{,}06 + 243{,}151 \times 1{,}65 = \backsim 1203 \text{ пудо-саж.}$$

*) Земля на обрѣзахъ фундамента въ расчетъ не введена, для запаса устойчивости быка.

3) Вѣсъ земли на обрѣзахъ фундамента:

$$1000 \times \left(2 \times (2{,}80 + 3{,}60) \times 0{,}25 \times (67{,}38 - 66{,}70) + \frac{2 \times 0{,}25 \times 2{,}468^2}{2} + \frac{2 \times 0{,}25 \times 2{,}098^2}{2} +\right.$$
$$\left. + \frac{1{,}848 + 2{,}098}{2} \times 0{,}25 \times 3{,}10 + \frac{2{,}218 + 2{,}468}{2} \times 0{,}25 \times 3{,}60\right) = 1000 \times (2{,}176 + 1{,}523 +$$
$$+ 1{,}190 + 1{,}529 + 2{,}109) = \backsim 8437 \text{ пудамъ.}$$

Моментъ относительно ребра C будетъ:

$$1000 \times \left\{2{,}176 \times 1{,}40 + 1{,}523 \times \left(2{,}80 - \frac{2{,}468}{3}\right) + 1{,}100 \times \left(2{,}55 - \frac{2{,}098}{3}\right) + 1{,}529 \times \left(2{,}55 -\right.\right.$$
$$\left.\left. - \frac{0{,}25}{3} \times \frac{2{,}098 + 2 \times 1{,}848}{2{,}098 + 1{,}848}\right) + 2{,}109 \times \left(2{,}80 - \frac{0{,}25}{3} \times \frac{2{,}468 + 2 \times 2{,}218}{2{,}468 + 2{,}218}\right)\right\} =$$
$$= 1000 \times (3{,}046 + 3{,}011 + 2{,}036 + 3{,}712 + 5{,}646) = \backsim 17451 \text{ пудо-саж.}$$

Слѣдовательно, равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ будетъ:

$$V = 72282 + 9763 + 1000 + 8487 = 91482 \text{ пудамъ.}$$

Моментъ ея относительно ребра C будетъ:

$$Vv = 100298 + 12018 + 1203 + 17451 = 130970 \text{ пудо-саж.}$$

Плечо ея $v = \frac{Vv}{V} = \frac{130970}{91482} = 1{,}432$ саж.

Равнодѣйствующая вертикальныхъ и горизонтальныхъ силъ пересѣкаетъ подошву основанія въ разстояніи отъ наружнаго ребра C:

$$\beta = v - \frac{Q_0 q_0}{V} = 1{,}432 - \frac{19014}{91482} = 1{,}432 - 0{,}208 = 1{,}224 \text{ саж.,}$$

что болѣе трети основанія $\frac{2.80}{3} = 0{,}933$ саж.

Среднее давленіе на грунтъ:

$$\sigma_0 = \frac{V}{\omega} = \frac{91482}{2{,}80 \times 4{,}10 \times 7056} = \frac{91482}{81003} = \backsim 1{,}129 \ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Наибольшее давленіе у ребра C:

$$max\sigma_0 = \sigma_0\left(1 + \frac{6a}{CD}\right) = 1{,}129\left(1 + \frac{6(1{,}40 - 1.224)}{2{,}80}\right) = 1{,}129(1 + 0{,}378) = \mathbf{1{,}555} \ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Наименьшее давленіе у ребра D:

$$min\sigma_0 = \sigma_0\left(1 - \frac{6a}{CD}\right) = 1{,}129 \times (1 - 0{,}378) = 0{,}703 \ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

Въ виду незначительнаго какъ средняго $\left(1{,}129 \ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}\right)$, такъ и наибольшаго $\left(1{,}555 \ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}\right)$ давленія на грунтъ, каковое давленіе возможно допустить на песчано-глинистый съ галькой грунтъ, предполагается быки заложить въ шпунтовомъ огражденіи непосредственно на грунтѣ; тѣмъ не менѣе вопросъ о системѣ основанія можетъ быть рѣшенъ безошибочно только по вырытіи котлованов; въ случаѣ устройства свайнаго основанія, количество свай, потребныхъ подъ фундаментъ опредѣлится, допуская на сваю давленіе 1200 пудовъ:

$$N = \frac{91482}{1200} = \backsim 77 \text{ свай.}$$

Принято 88 свай, расположенныхъ въ восемь (8) рядовъ по 11 свай въ каждомъ.

Тогда давленіе на сваю $N_0 = \frac{91482}{88} = \backsim 1040$ пуд.

За Главнаго Инженера *А. Мурзо.*

Начальникъ Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Инженеръ *И. Войцеховскій.*

Копія съ копіи.

Одобренъ Департаментомъ жел. дорогъ по докладу 5 Ноября 1898 года № 1884 съ тѣмъ, чтобы:

1) ось опорныхъ шарнировъ средняго 20 саж. пролета была придвинута возможно ближе къ срединѣ быковъ; устройство на быкахъ наставныхъ опорныхъ стѣнокъ 8 саж. пролетныхъ чистей желательно избѣгнуть приданіемъ металлическимъ опорнымъ частямъ верхнихъ строеній средняго и крайнихъ пролетовъ надлежащей высоты, располагая подферменные камни этихъ пролетныхъ строеній въ одномъ горизонтѣ;

2) система устройства основаній быковъ и столбовъ, а равно глубина ихъ заложенія были приняты по соглашенію съ Инспекціею, при чемъ, въ зависимости отъ глубины заложенія фундаментовъ столбовъ, чертежъ столбовъ долженъ быть измѣненъ такъ, чтобы величина передняго обрѣза фундаментовъ столбовъ, принятая въ проектѣ 0,65 саж., не превышала половины высоты фундамента, безъ уменьшенія проектной ширины этихъ фундаментовъ 5,75 саж. Вмѣстѣ съ тѣмъ надлежитъ обратить вниманіе на значительность давленія на подошву основаній быковъ и столбовъ, могущую потребовать устройства свайныхъ основаній подъ всѣми опорами.

3) направленіе, размѣръ и подробности устройства струенаправляющихъ дамбъ были приняты по соглашенію съ Инспекціею, на которую также возлагается опредѣленіе способа укрѣпленія отъ подмыва, какъ струенаправляющихъ и прилегающихъ дамбъ земляного полотна, такъ и опоръ моста.

За Директора Бѣлинскій.

Дѣлопроизводитель Мацѣевскій.

На копіи написано:

Вѣрно: За Дѣлопроизводителя Деливронъ.

Съ копіей вѣрно:

Начальникъ Техническаго Отдѣла, Инженеръ Н. Ивановъ.

Свѣрялъ: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинной написано:

Къ утвержденному проекту, Апрѣля 16-го дня 1895 года.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту наклонной трубы

отв. 0,50 саж., на 227 верстѣ

Аткарскъ-Вольской линіи.

Вслѣдствіе значительной крутизны уклона оврага ($i=0,125$) и допускаемой предѣльной высоты уступовъ въ лоткѣ не свыше 0,12 саж., длина послѣднихъ, при проектированіи трубы съ уступами, получилась бы очень малой, такъ какъ пришлось бы дѣлать нѣсколько уступовъ въ одномъ кольцѣ. Подобное устройство трубы повлекло бы за собой непроизводительное увеличеніе количества каменной кладки.

Во избѣжаніе этого обстоятельства, на означенномъ мѣстѣ спроектирована наклонная труба, гдѣ кладка фундамента, лотка и стѣнъ ведется рядами, параллельными естественному уклону оврага, на которомъ располагается сооруженіе, за исключеніемъ лишь послѣдняго кольца у выхода, которое дѣлается въ видѣ контрфорса, удерживающаго отъ скольженія всю трубу и, въ которомъ кладка ведется горизонтальными рядами.

Труба сопрягается съ насыпью при помощи откосныхъ крыльевъ, причемъ со стороны входа крылья устраиваются обыкновеннымъ образомъ, а съ выходной стороны крылья спроектированы въ видѣ контрфорсовъ, выступающихъ въ вершинѣ передъ щекой свода на 0,50 саж. и ограниченныхъ уклономъ въ $^1/_5$.

На всемъ остальномъ протяженіи крылья эти не должны быть ниже горизонта высокихъ водъ $+0,20$ саж.

Размѣры сводовъ и устоевъ трубы для каждаго кольца опредѣляются по формуламъ *Кавена*, какъ и для типовыхъ трубъ, утвержденныхъ для новыхъ линій Рязанско-Уральскаго Общества, причемъ за высоту насыпи, дѣйствующую на сводъ, принята высота надъ наиболѣе пониженной точкой каждаго кольца.

Размѣры контрфорса, ограничивающаго трубу съ выходной стороны, опредѣляются по формулѣ *Кавена* (Vorträge über Eisenbahnbau); для футовыхъ мѣръ:

$x=a+\frac{l}{250}\varphi$ футовъ, гдѣ a (въ футахъ)—толщина по верху подпорной стѣнки изъ кладки на растворѣ, при высотѣ ея h и вы-

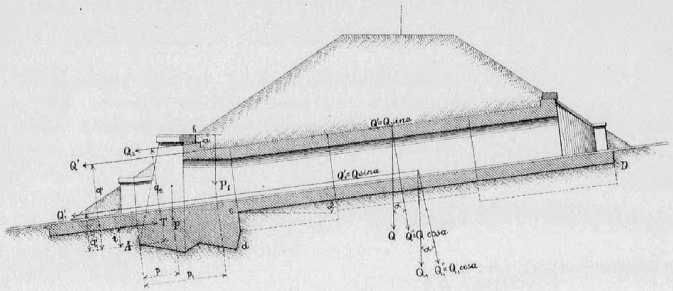
Изданіе типо-литогр. П. Ф. Ивановъ

сотѣ насыпи надъ стѣнкой h'; l=полная длина трубъ (въ фут.); φ—уголъ наклоненія трубы къ горизонту.

Къ величинѣ x прибавляютъ толщину, выступающаго за откосъ насыпи предохраняющаго контрфорса 0,50+10% отъ величины отверстія трубы.

Кладка фундаментовъ и устоевъ въ наклонной части трубы ведется, какъ выше упомянуто, рядами, параллельными лотку, въ контрфорсѣ же горизонтальными рядами. Разрѣзка на кольца дѣлается плоскостями, перпендикулярными къ лотку. Кладка свода въ наклонной части трубы ведется по опалубкѣ, параллельной оси трубы, а въ контрфорсѣ—по горизонтальной опалубкѣ.

Расчетъ наклонной трубы.



Дѣйствующія силы.

1) Вѣсъ насыпи и временной нагрузки . . . . . Q.

2) Напоръ земли на часть ab . . . . . Q_2.

(Напоромъ на часть cd пренебрегается, такъ какъ онъ не великъ и къ тому же почти проходитъ чрезъ точку A).

3) Вѣсъ наклонной части трубы . . . . . Q_1.

Противодѣйствія.

1) Вѣсъ горизонтальной части трубы (контрфорса). . . . P.

2) Вѣсъ земли надъ контрфорсомъ . . . . . P_1.

3) Сила тренія T, вызываемая въ плоскости cD основанія трубы.

Вѣсъ насыпи и временной нагрузки разлагается на 2 составляющія:

$$Q'=Q\sin\alpha \text{ и } Q''=Q\cos\alpha.$$

Вѣсъ наклонной части трубы даетъ составляющія:

$$Q_1'=Q_1\sin\alpha \text{ и } Q_1''=Q_1\cos\alpha,$$

гдѣ: α—уголъ наклоненія трубы къ горизонту.

Силы Q', Q_1' и Q_2 стремятся опрокинуть стѣнку вращеніемъ около точки A.

За точку приложенія Q' можно принять вершину свода; сила Q_1' будетъ приложена въ центрѣ тяжести наклонной части трубы; плечи этихъ силъ означены чрезъ q' и q_1'.

Величина силы Q_2 и ея плеча q_2 найдется по вычисленію. Остальныя силы будутъ приложены въ соотвѣтственныхъ центрахъ тяжести фигуръ и плечи ихъ будутъ p, p_1 и t (плечо силы тренія).

Условіе равновѣсія противъ опрокидыванія выразится такъ:

$$m(Q'q'+Q_1'q_1'+Q_2q_2)=Pp+P_1p_1+Tt,$$

гдѣ: m—коэффиціентъ устойчивости;

$$T=f(Q\cos\alpha+Q_1\cos\alpha),$$

а f—коэффиціентъ тренія кладки по подошвѣ основанія.

Коэффиціентъ устойчивости m—принимается=1,50.

Опредѣленіе величины дѣйствующихъ усилій.

1) Вѣсъ насыпи и временной нагрузки:

$$Q=\Omega\times l\times 1000+\text{вѣсъ 4-хъ осей паровоза},$$

гдѣ: Ω—площадь сѣченія насыпи надъ трубой, l—ширина трубы и 1000—вѣсъ куб. саж. грунта;

$$Q=9{,}926\times 1{,}06\times 1000+4\times 915=14181{,}56 \text{ пуд.}$$

2) Напоръ земли на часть ab:

$$Q_2=\frac{d}{2}tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right)H(H+2h_0).$$

Плечо его $q=\frac{H}{3}\times\frac{H+3h_0}{H+2h_0}$,

гдѣ: d—вѣсъ куб. саж. грунта . . . . . 1000 пуд.

φ—уголъ естественнаго откоса насыпаннаго грунта= 35^0.

H—высота подпорной стѣнки . . . . . =0,25 саж.

h_0—высота насыпи надъ стѣнкой . . . . . =2,13 „

$$Q_2=\frac{1000}{2}tg^2 27^0 30'\times 0{,}25(0{,}25+2\times 2{,}13);$$

$$Q_2=500\times 0{,}27099\times 0{,}25\times 4{,}51=0{,}30554\times 500;$$

$$Q_2=152{,}77 \text{ пуд.}$$

Плечо распора относительно точки A:

$$q_2=\frac{0{,}25}{3}\times\frac{0{,}25+3\times 2{,}13}{0{,}25+2\times 2{,}13}+2{,}16.$$

$$q_2=2{,}28 \text{ саж.}$$

3) Вѣсъ наклонной части трубы, объемъ которой равенъ 13,137 куб. саж., будетъ:

$$Q_1=13{,}137\times 1300=17078{,}10 \text{ пуд.}$$

Противодѣйствія.

1) Вѣсъ подпорной стѣнки, объемомъ 5,562 куб. саж.

$$P=5,562\times1300=7230,60 \text{ пуд.}$$

2) Вѣсъ земли надъ подпорной стѣнкой:

$$P_1=0,34\times1,06\times1000=360,40 \text{ пуд.}$$

Плечо $p_1=1,67$ саж.

3) Сила тренія T, вызываемая въ плоскости (cD) основанія трубы опредѣлится изъ формулы:

$T=(Q\cos\alpha+Q_1\cos\alpha)f$, гдѣ $f=0,70$ (коэффиціентъ тренія камня по землѣ);

$Q=14181,56$ пуд.; $Q_1=17078,10$ пуд.;

$tg\alpha=0,125$; $\alpha'=7^0 7'30''$;

$\cos\alpha=0,99228$;

$T=f(14181,56\times0,99228+17078,10\times0,99228)$;

$T=f\times0,99228(14181,56+17078,10)$;

$T=0,70\times31259,66=21881,76$ пуд.

Условіе равновѣсія противъ опрокидыванія вращеніемъ около точки A требуетъ, чтобы:

$$m=\frac{P.p+P_1.p_1+T.t}{Q'.q'+Q_1'.q_1'+Q_2.q_2}\geqq1,50, \text{ гдѣ:}$$

$P=7230,60$ пуд.; точка приложенія силы P будетъ въ центрѣ тяжести горизонтальной части трубы, разстояніе котораго отъ оси вращенія A опредѣлится изъ условія, что статическій моментъ всего сѣченія трубы равенъ суммѣ статическихъ моментовъ отдѣльныхъ частей сѣченія относительно той же оси.

Такимъ образомъ получимъ, что плечо силы P:

$p=0,89$ саж.

$P_1=360,40$ пуд.; $p_1=1,67$ саж.; $T=21881,76$ пуд.

Плечо силы тренія относительно оси A:

$t=0,20$ саж.;

$Q'=Q\sin\alpha=14181,56\times\sin 7^0 7'30''$;

$Q'=14181,56\times0,12404=1759,08$ пуд.

Плечо силы Q':

$q'=1,80$ саж.

$Q_1'=Q_1\sin\alpha=17078,10\times\sin\alpha=2118,37$ пуд.

Плечо ея $q_1'=0,74$ саж.

$Q_2=152,77$; плечо $q_2=2,28$ саж.;

$m=1,50$;

$$m=\frac{7230,60\times0,89+360,40\times1,67+21881,76\times0,20}{1759,08\times1,80+2118,37\times0,74+152,77\times2,28}\geqq1,50;$$

$$m=\frac{6435,234+601,868+4376,352}{3166,344+1567,594+348,315}\geqq1,50;$$

$$m=\frac{11413,454}{5082,253}\geqq1,50;\ m=2,25>1,50;$$

отсюда видно, что устойчивость спроектированной трубы вполнѣ обезпечена.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію, Апрѣля 16 дня 1895 года, съ тѣмъ, чтобы показанная на проектѣ глубина заложенія подошвы фундамента трубы была принята за минимальную, окончательный же родъ основанія трубы, а также глубина ея заложенія, были опредѣлены на мѣстѣ работъ по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно:
Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

На подлинномъ написано:
Къ утвержденному 22 Іюня 1894 года проекту моста на 424 верстѣ, пикетъ № 6,—на станціи Саратовъ. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ (подписалъ) Карновичъ.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту открытаго мостика

отв. 1,00 саж.

на ст. САРАТОВЪ,

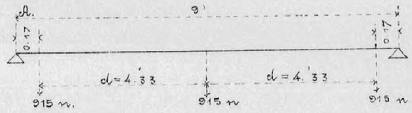
верста 424, пик. №. 6, при высотѣ насыпи h=1,40 саж.

Прогоны.

Расчетный пролетъ, считая между серединами опоръ, есть l=1,285 саж.=9 фут.

Временная нагрузка.

Согласно циркуляру Техническаго Инспекторскаго Комитета жел. дорогъ отъ 5 Января 1884 г. за № 60, нагрузка состоитъ изъ осей паровоза по 15 тоннъ, или 915 пуд. на ось. Разстояніе между осями=4,33 фут. Въ пролетѣ помѣстится 3 оси.



Наибольшій изгибающій моментъ отъ подвижной нагрузки:

$$Max\ p=P\left(\frac{3}{4}\ l-d\right)=915\left(\frac{3}{4}\ 9-4{,}33\right)\times 12=26571{,}60 \text{ пуд.-дм.}$$

Постоянная нагрузка (на 1 пог. футъ).

1) Вѣсъ рельсовъ 2×18 ф.=36 фун. . . . . = 0,90 пуд.

2) Поперечины (9 въ пролетѣ):

$$\frac{10\times 8}{144}\ 1{,}50\times 7\times\frac{9}{9}\times 1{,}12 \ldots\ldots = 6{,}53 \text{ „}$$

3) Прогоны $\frac{13^1/_2\times 9^1/_2}{144}\times 4\times 1\times 1{,}12$ . . . = 3,99 „

Всего q . . = 11,42 пуд.

Наибольшій изгибающій моментъ отъ постоянной нагрузки:

$$maxMq=\frac{ql^2}{8}=12\times\frac{11{,}42\times(9^2)}{8}=1387{,}53 \text{ пуд.-дм.}$$

САРАТОВЪ. ТИПО-ЛИТОГР. Л. С. ФЕОФИЛАКТОВА.

Наибольшій возможный моментъ:

$$max M_z = max Mp + max Mq = 26571,60 + 1387,53 = \backsim 27959 \text{ пуд.-дм.}$$

Этому изгибающему моменту сопротивляются 4 прогона указаннаго выше сѣченія ($13^1/_2 \times 9^1/_2$), моментъ сопротивленія которыхъ:

$$W = 4 \times \frac{ab^2}{6} = 4 \times \frac{9^1/_2 (13^1/_2)^2}{6} = 1154 \text{ (дм.)}^3$$

Наибольшее напряженіе каждаго прогона:

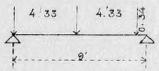
$$R = \frac{max M_z}{W} = \frac{27959}{1154} = \backsim 24 \frac{\text{пд.}}{(\text{дм.})^2},$$

что менѣе допускаемаго коэффиціента:

$$R = 24 - 30 \text{ пуд. на кв. дм.}$$

Половина собственнаго вѣса моста равна $\frac{11,42 \times 9}{2} = 51,39$ пуд.

Наибольшее давленіе отъ вѣса подвижного состава будетъ:



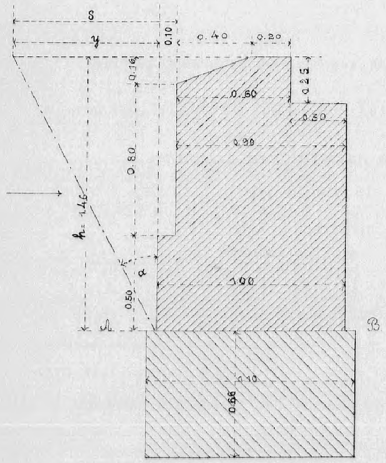
$$v_p l = 915 \frac{(9 + 4,67 + 0,34)}{9} = 1424,35 \text{ пуд.}$$

$$max V = 51,39 + 1424,35 = 1475,74 \backsim 1476 \text{ пуд.}$$

Наибольшее перерѣзывающее напряженіе $max T = \frac{max V}{4w} =$

$= \frac{1476}{4 \times 9^1/_2 \times 13^1/_2} = 2,87$ пуд. на квадр. дюймъ, что менѣе допускаемаго коэффиціента $R_3 = 4$ пуд. на квадр. дюймъ.

У с т о и.



Устой заложенъ на каменномъ фундаментѣ 0,66 саж. глубиной и соединяется съ противоположнымъ устоемъ каменнымъ лоткомъ.

Повѣрка устойчивости опоръ.

1) *На вращеніе вокругъ ребра B.*

Часть опоры выше обрѣза фундамента въ плоскости AB подвергается распору земли. Плоскость обрушенія наклонена къ вертикали подъ угломъ α, опредѣляемымъ изъ условія, чтобы величина распора земли E была наибольшая, что имѣетъ мѣсто, когда:

$$\alpha = \frac{90 - \varphi}{2} = \frac{90 - 35^0}{2} = 27^0 30',$$

гдѣ φ есть уголъ естественнаго откоса. При такой величинѣ угла α, длина s, на которой могутъ помѣститься грузы, оказывающіе вліяніе на величину распора, есть:

$$s = y + 0,10 = 1,46\, tg\alpha + 0,10 = 0,86 \text{ саж.} = 6,02 \text{ фут.}$$

На этой длинѣ могутъ помѣститься 2 оси паровоза, при взаимномъ разстояніи между ними 4',33.

Вѣсъ одной оси = 763 пуд. (подвижная нагрузка, находящаяся внѣ пролета); двухъ = 1526 пуд. Это давленіе передается на площадь полотна насыпи:

$$s \times 2,40 = 0,86 \times 2,40 = 2,06 \text{ кв. саж.},$$

гдѣ 2,40 — ширина полотна насыпи.

Давленіе на 1 □ саж. полотна насыпи:

$$v = \frac{1526}{2,06} = 740,77 \backsim 741 \text{ пуд.}$$

Величина распора земли на 1 пог. саж. опредѣлится по формулѣ:

$$E = \Psi h (\gamma h + 2v) \text{ *) гдѣ:}$$

$$\Psi = \frac{1}{2} tg^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) = \frac{1}{2} \times (0,5206)^2 = 0,1355;$$

$h = 1,46$ — высота устоя;

$\gamma = 1000$ пуд. — вѣсъ куб. саж. земли;

$$E = 0,1355 \times 1,46 (1000 \times 1,46 + 2 \times 741) = 582 \text{ пуд.}$$

Плечо этого распора опредѣлится по формулѣ *):

$$e' = \frac{h(\gamma h + 3v)}{3(\gamma h + 2v)} = \frac{1,46(1000 \times 1,46 + 3 \times 741)}{3(1000 \times 1,46 + 2 \times 741)} = 0,609 \text{ саж.}$$

Моментъ этого распора (опрокидывающій моментъ):

$$M_2 = E \times e' = 582 \times 0,609 = 354,44 \backsim 355 \text{ пуд.-саж.}$$

Сопротивляющійся моментъ составится изъ вѣса — 1) устоя, 2) земляной засыпки за устоемъ, 3) проѣзжей части, 4) подвижной нагрузки, равномѣрно распредѣленной по площади засыпки и 5) подвижной нагрузки на мосту. Для запаса вліяніе подвижной нагрузки на мосту не принято въ расчетъ.

Площадь сѣченія устоя до плоскости AB:

$$\Omega_1 = \frac{0,4 \times 0,16}{2} + 0,2 \times 0,16 + 0,30 \times 0,60 + 0,30 \times 0,21 + 0,50 \times$$
$$\times 0,9 + 0,50 \times 1,00 = 0,032 + 0,032 + 0,18 + 0,063 + 0,45 +$$
$$+ 0,50 = 1,257 \text{ кв. саж.}$$

Вѣсъ каменной кладки на 1 пог. саж.

$$p_1 = \Omega_1 \times \Delta_1 = 1,257 \times 1300 = 1634,10 \text{ пуд.}$$

Статическій моментъ площади сѣченія относительно ребра B:

$$S_1 = 0,032 \times 0,63 + 0,032 \times 0,40 + 0,18 \times 0,60 + 0,063 \times 0,15 +$$
$$+ 0,45 \times 0,45 + 0,5 \times 0,5 = 0,0202 + 0,0128 + 0,108 +$$
$$+ 0,0095 + 0,2025 + 0,25 = 0,6030 \text{ (саж.)}^3$$

---

*) Для обѣихъ формулъ см. Курсъ Мостовъ Проф. Николаи, стр. 400, 188³/₄ г.

Площадь сѣченія земляной засыпки:

$$\Omega_2 = 0{,}46 \times 0{,}10 + \frac{0{,}4 \times 0{,}16}{2} = 0{,}046 + 0{,}032 = 0{,}078 \text{ кв. саж.}$$

Вѣсъ засыпки на 1 пог. саж.

$$p_2 = \Omega_2 \times \triangle_2 = 0{,}078 \times 1000 = 78 \text{ пуд.}$$

Статическій моментъ площади сѣченія засыпки:

$$S_2 = 0{,}046 \times 0{,}95 + 0{,}032 \times 0{,}77 = 0{,}0683 \text{ (саж.)}^3$$

Такъ какъ мостикъ проектируется подъ нѣсколько путей, при разстояніи между ихъ осями $= 2{,}25$, то вертикальное давленіе отъ вѣса пролета и подвижной нагрузки будемъ разсматривать, какъ передающееся на разстояніе 2,25 саж. по длинѣ опоры.

Вѣсъ проѣзжей части на 1 пог. саж.:

$$p_3 = \frac{11{,}42 \times 1{,}50 \times 7}{2 \times 2{,}25} = \backsim 27 \text{ пуд.}$$

Давленіе, равномѣрно распредѣленной, по площади земляной засыпки за устоемъ, подвижной нагрузки:

$$p_4 = 741 \times 0{,}10 + 741 \times 0{,}40 = 74{,}10 + 296{,}4 = 370{,}5 \text{ пуд.}$$

Моментъ вѣса кладки устоя:

$$m_1 = S_1 \times \triangle_1 = 0{,}6030 \times 1300 = \backsim 784 \text{ пуд.-саж.}$$

Моментъ вѣса засыпки:

$$m_2 = S_2 \times \triangle_2 = 0{,}068 \times 1000 = \backsim 68 \text{ пуд.-саж.}$$

Моментъ вѣса проѣзжей части:

$$m_3 = 27 \times 0{,}143 = 4 \text{ пуд.-саж.}$$

гдѣ — 0,143 саж. — плечо этого момента.

Моментъ равномѣрно распредѣленной подвижной нагрузки относительно ребра B:

$$m_4 = 74{,}1 \times 0{,}95 + 296{,}4 \times 0{,}77 = 298{,}63 \backsim 299 \text{ пуд.-саж.}$$

Общій наименьшій (такъ какъ для запаса не принята во вниманіе подвижная нагрузка на пролетѣ) сопротивляющійся моментъ:

$$M_{p1} = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 = 784 + 68 + 4 + 299 = 1199 \text{ пуд.-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости опоры противъ вращенія:

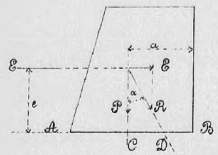
$$K_1 = \frac{M_{p1}}{M_2} = \frac{1199}{355} = 3{,}37.$$

2) Коэффиціентъ устойчивости противъ *скольженія* опоры въ плоскости AB, при коэффиціентѣ тренія камня по камню $= 0{,}7$:

$$K_2 = m \times \frac{P_1}{E} = 0{,}7 \times \frac{1634 + 78 + 27 + 370{,}5}{582} = \frac{2155{,}5}{582} \times 0{,}7 = 2{,}83.$$

3) Кромѣ того для устойчивости опоры необходимо, чтобы равнодѣйствующая силъ — распора земли E и вѣса опоры P проходила въ средней $^1/_3$ основанія, т. е., чтобы $DB > \frac{AB}{3}$,

но $DB = a - CD$, гдѣ:



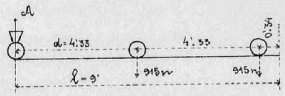
a = плечо момента вертикальныхъ силъ, дѣйствующій на опору:

$$a = \frac{M_{p1}}{P_1} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}{p_1 + p_2 + p_3 + p_4} = \frac{1199}{2155{,}5} = 0{,}556 \text{ с.}$$

$$CD = e_1 \times tg\alpha = e_1 \times \frac{E}{P_1} = 0{,}609 \times \frac{582}{2155{,}5} = 0{,}164 \text{ с.}$$

$DB = 0{,}556 - 0{,}164 = 0{,}392$ саж., $^1/_3 AB = 0{,}33$ саж., слѣдовательно, $DB = 0{,}392 > {}^1/_3 AB = 0{,}33$;

т. е., равнодѣйствующая проходитъ въ средней трети основанія опоры, и слѣдовательно, давленіе на фундаментъ распредѣляется равномѣрно по его площади. Для опредѣленія величины этого давленія необходимо принять въ расчетъ подвижную нагрузку на пролетѣ. Вертикальное давленіе на опору отъ подвижной нагрузки будетъ:



$$A = P + \frac{P(l-d)}{l} + \frac{P(l-2d)}{l} = \frac{3P(l-d)}{l} = \frac{3 \times 915(9 - 4{,}33)}{9} =$$

$$= \backsim 1425 \text{ пуд.}$$

Давленіе на 1 пог. саж.:

$$p_5 = \frac{1425}{2{,}25} = \backsim 633 \text{ пуд.}$$

Все вертикальное давленіе на фундаментъ:

$$P_2 = p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 = 2788{,}5 \text{ пуд.}$$

Давленіе на 1 поверхности равно $\frac{2788{,}5}{1 \times 100 \times 7056} = 0{,}395$ пуд. на кв. д., что менѣе 2—3 пуд., — допускаемаго давленія для бутовой кладки.

Давленіе на грунтъ.

Вѣсъ фундамента на 1 пог. саж.

$$p_6 = 1{,}10 \times 1 \times 0{,}66 \times 1300 = 943{,}80 \backsim 944 \text{ пуд.}$$

Равнодѣйствующая всѣхъ силъ, очевидно, и здѣсь пройдетъ въ средней трети основанія фундамента, — тѣмъ болѣе, что она отклонится къ срединѣ основанія подъ вліяніемъ вѣса фундамента, т. е.

и здѣсь давленіе распредѣлится равномѣрно по всей площади основанія фундамента. Это давленіе будетъ:

$$P_3 = P_2 + p_6 = 2788{,}5 + 944 = 3732{,}5 \text{ пуд.}$$

или на 1 поверхности грунта:

$$\frac{3732{,}5}{1 \times 1{,}10 \times 7056} = 0{,}48 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2} < 0{,}8 - 1{,}2 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2} \text{ допускаемаго}$$

давленія для слабаго грунта.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *Н. Ивановъ.*

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

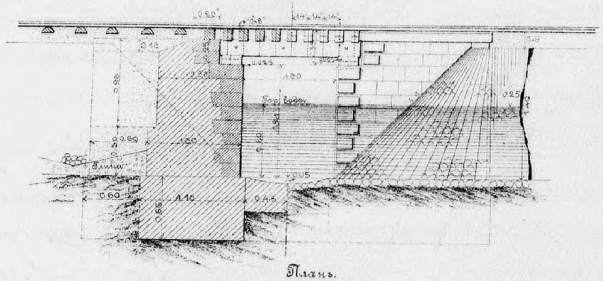
Проектъ сей одобренъ къ исполненію Іюня 22 дня 1894 года съ тѣмъ, чтобы родъ основанія опоръ и глубина его заложенія были опредѣлены на мѣстѣ, по соглашенію съ инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта, причемъ минимальная глубина заложенія подошвы фундамента опоръ— опредѣляется въ 0,75 сажени; и чтобы входъ въ отверстіе сооруженія, равно какъ и выходъ изъ онаго, были укрѣплены въ предѣлахъ мостовыхъ конусовъ—мощеніемъ. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

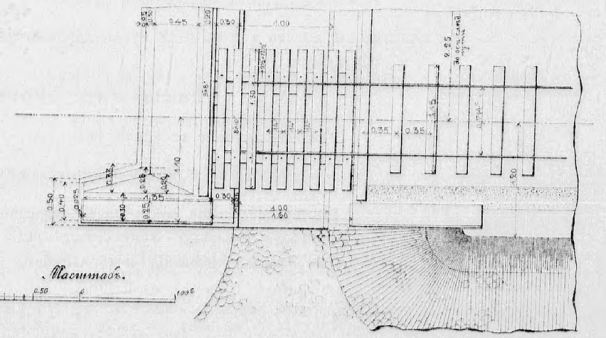
Съ копіей вѣрно: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Открытый мостикъ на ст. Саратовъ.

Разрѣзъ и фасадъ.



Планъ.



Масштабъ.

Къ проектамъ, утвержденнымъ Г. Инспекторомъ 9, 18 и 26 Октября 1894 года.

(См. тексты утвержденія на стр. 7, 10 и 12).

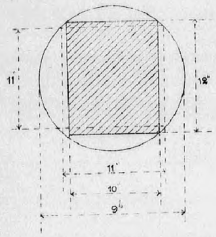
ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

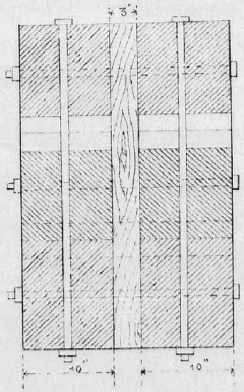
къ проекту мостовъ №№ 5 и 6 чрезъ первый оврагъ на 448 вер., пик. № 37+10, на пристани въ г. Камышинѣ.

Въ Камышинской пристани, чрезъ первый оврагъ, предполагается построить два деревянныхъ моста на каменныхъ устояхъ, изъ которыхъ одинъ—на спускномъ, другой—на затопляемомъ пути. Мосты эти проектируются балочной системы, пролетомъ въ 2,60 саж. каждый. Подъ каждый рельсъ положены два прогона, состоящій каждый изъ трехъ брусьевъ сѣченіемъ 12″×10″ (изъ 9 верш. лѣса). Брусья каждаго прогона соединены между собою горизонтальными шпонками, расположенными въ шахматномъ порядкѣ и стянуты горизонтальными и вертикальными болтами діаметр. 1″. Прогоны положены на деревянные мауерлаты, состоящіе каждый изъ двухъ брусьевъ сѣченіемъ 11″×11″ (изъ 9 вершк. лѣса). На прогонахъ располагаются поперечины изъ 10×8 вершк. (изъ $7^1/_2$ вершк. лѣса) брусьевъ, при взаимномъ разстояніи въ 14″ между осями. Кромѣ того, поверхъ поперечинъ уложенъ настилъ изъ $2^1/_2$″ досокъ и перила. Отмѣтка полотна спускного пути + 2,97. Отмѣтка горизонта самыхъ высокихъ водъ во время подпора со стороны Волги + 2,14, такъ что разстояніе низа прогона отъ подпорнаго горизонта высокихъ водъ:

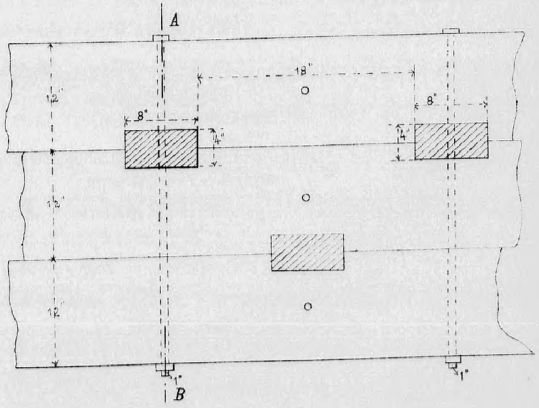
$$\left(2{,}97 - \frac{3 \times 12}{84}\right) - 2{,}14 = 2{,}54 - 2{,}14 = 0{,}40 > 0{,}25 \text{ саж.}$$



Разрѣзъ по А В.



Прогоны.



САРАТОВЪ. 1895.—ЛИТОГР. П. В. ФЕОФИЛАКТОВА.

Расчетный пролетъ 2,60 саж. $\backsim$ 218″.

Опредѣлимъ постоянную нагрузку моста:

1) отъ рельсовъ со скрѣпленіями $2\times0{,}75\times18{,}20=27{,}30$ пуд.

2) — настила . . . $9\times\frac{2^1/_2\times8}{144}\times18{,}20\times1{,}12=25{,}48$ „

3) — собственнаго вѣса прогоновъ:

$$12\times\frac{10\times12}{144}\times18{,}2\times1{,}12=203{,}84 \text{ „}$$

4) — поперечинъ длинныхъ:

$$7\times\frac{8\times10}{144}\times21\times1{,}12=91{,}46 \text{ „}$$

— короткихъ . . . $11\times\frac{8\times10}{144}\times10{,}5\times1{,}12=71{,}89$ „

5) Болты, перила и проч. . . . . 17,03 „

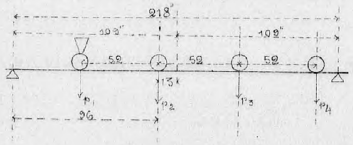
Всего . . $pl=437{,}00$ пуд.

Отсюда, постоянная нагрузка на погонный дюймъ пути:

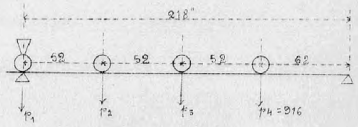
$$p=\frac{437}{218}=\backsim2{,}10 \text{ пуд.}$$

Временную нагрузку составляетъ 4-хъ осный паровозъ съ давленіемъ оси 15 тоннъ или 916 пуд., расположенный для $maxM$ и $maxV$, какъ показано на чертежахъ 1 и 2.

Чертежъ № 1



Чертежъ № 2.



Въ пролетѣ могутъ помѣститься четыре колеса:

$$p_1,\ p_2,\ p_3 \text{ и } p_4.$$

Равнодѣйствующая R грузовъ p_1, p_2, p_3 и p_4 пройдетъ отъ крайнихъ грузовъ p_1 и p_4 въ разстояніи 78″

Наибольшее и наименьшее противодѣйствіе опоръ A_{max} и A_{min} будутъ имѣть значенія:

$$A_{max}=\frac{R(l-78)}{l}=\frac{4\times916(218-78)}{218}=\backsim2353 \text{ пуд.}$$

$$A_{min}=\frac{R\times78}{l}=\frac{4\times916\times78}{218}=1311 \text{ пуд.}$$

Такъ какъ:

$$p_1+p_2+p_3>A_{max}$$

$$\text{и } p_1+p_2>A_{min},$$

то $maxM$ возможенъ либо подъ грузомъ p_2, либо подъ грузомъ p_3, при чемъ абсциссы x_2 и x_3 этихъ грузовъ должны находиться отъ лѣвой опоры въ разстояніяхъ:

$$x_2=\frac{l-26}{2}=\frac{218-26}{2}=96''$$

$$x_3=\frac{l+26}{2}=\frac{218+26}{2}=122''.$$

При полученныхъ величинахъ x_2 и x_3 всѣ четыре оси паровоза могутъ помѣститься въ пролетѣ, т. е., что $maxM$ возможенъ и подъ грузомъ p_2, и подъ грузомъ p_3, но, очевидно, что это одинъ и тотъ же максимумъ, вслѣдствіе полной симметріи въ расположеніи грузовъ.

Въ самомъ дѣлѣ:

$$maxM_2=\frac{4\times916\times96^2}{218}-916\times52=107264 \text{ пуд.-дм.}$$

$$maxM_3=\frac{4\times916\times122^2}{218}-916(52+104)=107264 \text{ пуд.-дм.}$$

Отъ постоянной нагрузки:

$$maxM'=\frac{pl^2}{8}=\frac{218\times437}{8}=11908 \text{ пуд.-дм.}$$

Такимъ образомъ полная величина момента есть:

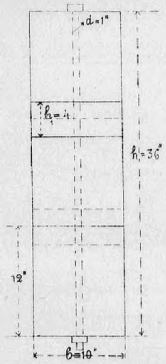
$$maxM=maxM_2+maxM'=107264+11908=119172.$$

Наибольшее перерѣзывающее усиліе отъ временной и постоянной нагрузокъ:

$$maxV=2353+\frac{pl}{2}=2572 \text{ пуд.}$$

Пролетъ перекрытъ четырьмя прогонами, по три бруса сѣченіемъ 12×10 въ каждомъ прогонѣ.

Такъ какъ каждый прогонъ состоитъ изъ трехъ брусьевъ, положенныхъ одинъ на другой, и прочно соединенныхъ между собою горизонтальными шпонками и вертикальными болтами, то моментъ инерціи одного прогона будетъ *):



$$J=\frac{1}{12}bh^3\left(1-\frac{d}{b}\right)\left\{1-\left(\frac{h+4h_1}{3h}\right)^3+\left(\frac{h-2h_1}{3h}\right)^3\right\}.$$

Моментъ сопротивленія одного прогона:

$$W=\frac{J}{z_0}=\frac{J_1{}^2}{h}=\frac{bh^2}{6}\left(1-\frac{d}{b}\right)\left[1-\left(\frac{h+4h_1}{3h}\right)^3+\left(\frac{h-2h_1}{3h}\right)^3\right]=$$

$$=2160\times0{,}81=1749 \text{ (дм.)}^3,$$

гдѣ: $b=10''$—ширина прогона;

$h=36''$—полная высота прогона;

$h_1=4''$—высота шпонки;

$d=1''$—діаметръ болта.

*) Курсъ мостовъ Николаи 83/84 г. 691 стр.

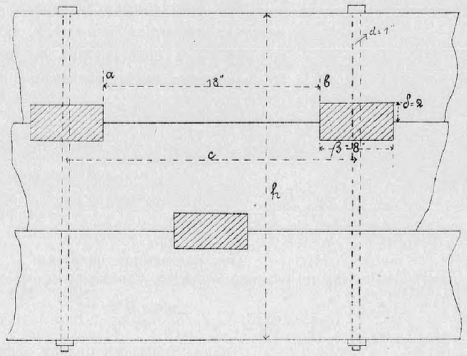
Моментъ сопротивленія 4-хъ прогоновъ:

$$W = 4W' = 4 \times 1749 = 6996 \text{ (дм.)}^3.$$

Напряженіе матеріала въ крайнихъ волокнахъ:

$$K = \frac{maxM}{W} = \frac{119172}{6996} = 17 \frac{\text{пуд.}}{\text{(дм.)}^2}$$

Расчетъ шпонокъ.



Принимаемъ разстояніе между шпонками c и глубину врубки шпонокъ $\delta = 2''$ одинаковыми по всей длинѣ прогона. Разстояніе c найдется изъ уравненія:

$$Tc - mF = R'b\delta \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (\text{I}),$$

гдѣ:

$T = {}^4/_3 \frac{\Sigma P}{h}$ —наибольшая горизонтальная скалывающая сила на единицу длины.

(Курсъ мостовъ Николаи, стр. 696, 83/84 г.).

$F = \frac{\pi d^2}{4} R_1 f$—сила натяженія болта;

$f = 0{,}3$—коэффиціентъ тренія;

$m = 1$—число болтовъ, приходящихся на одну шпонку;

$R' = 20$ пуд.—сопротивленіе дерева смятію;

$R_1 = 280$ пуд.—сопротивленіе желѣза разрыву;

$b = 10''$—ширина прогона;

$h = 36$—полная высота прогона;

$d = 1''$—діаметръ болта.

Изъ уравненія (I), имѣемъ:

$$c = (R'b\delta + {}^1/_4 m\pi d^2 f R_1)\frac{h}{{}^4/_3 \Sigma P} = (20 \times 10 \times 2 + {}^1/_4 \times 3{,}14 \times 0{,}3 \times$$

$$\times 280)\frac{36}{{}^4/_3 \times \frac{1942}{4}} = \backsim 26''.$$

Для того, чтобы не произошло скалыванія по плоскости ab, необходимо, чтобы найденное значеніе $c = 26''$ удовлетворяло условію:

$$Tc - mF < R'''b(c - \beta) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (\text{II}),$$

гдѣ:

буквы имѣютъ прежнія значенія и $R''' = 4$ пуд. сопротивленіе дерева скалыванію *).

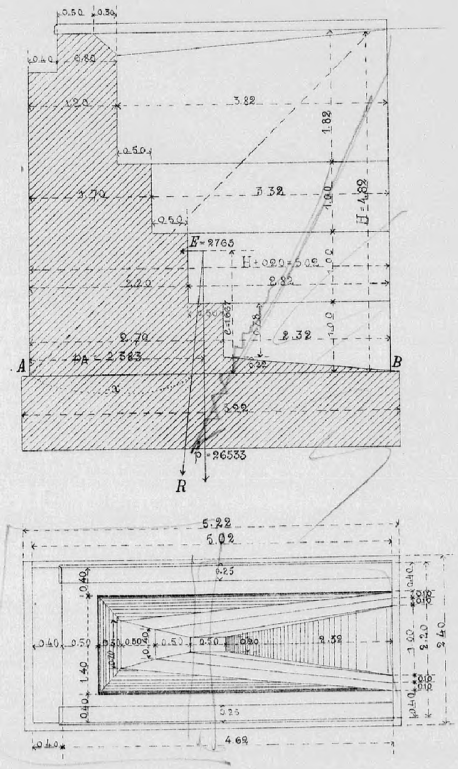
Но:

$$T \times c - mF = {}^4/_3 \times \frac{1942}{4 \times 36} \times 26 - {}^1/_4 \times 3{,}14 \times 0{,}3 \times 280 = 468 \text{ пуд.}$$

$$\text{и } R''' \times b(c - \beta) = 4 \times 10 \times 18 = 720 \text{ пуд.} > 468 \text{ пуд.}$$

Слѣдовательно условіе (II) соблюдено.

У с т о и **).



*) Скалывающая сила соотвѣтствуетъ второй шпонкѣ отъ опоры. (Курсъ Строит. Механики Проф. Бѣлелюбскаго, стр. 147).

**) *Устои для моста № 6 см. на стр. 11.*

Повѣрка устойчивости устоевъ противъ вращенія около ребра A и на скольженіе въ плоскости AB:

Площадь сѣченія до плоскости AB:

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 = \Big[2{,}70\times1{,}00 + 2{,}20\times1{,}00 + 1{,}70\times1{,}00 + 1{,}20\times1{,}82 - \Big(0{,}55\times0{,}40 + \frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\Big)\Big]_{\omega_1} + \Big[2{,}32\times1{,}00 + 2{,}82\times1{,}00 + 3{,}32\times1{,}00 + 3{,}82\times1{,}82 + \frac{0{,}30\times0{,}30}{2}\Big]_{\omega_2} =$$

$$= [2{,}70 + 2{,}20 + 1{,}70 + 2{,}184 - (0{,}22 + 0{,}045)]_{\omega_1} + [2{,}32 + 2{,}82 + 3{,}32 + 6{,}952 + 0{,}045]_{\omega_2} = 8{,}52 + 15{,}457.$$

Вѣсъ устоя на одну погонную саж., полагая вѣсъ одной куб. саж. кладки $=1300$ пуд., а крыльевъ и засыпки между ними $=1000$ пуд.:

$$p = p_1 + p_2 = \omega_1 d_1 + \omega_2 d_2 = 8{,}52\times1300 + 15{,}457\times1000 = 11076 + 15457 = 26533 \text{ пуд.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A:

$$S = S_1 + S_2 = [2{,}70\times1{,}35 + 2{,}20\times1{,}10 + 1{,}70\times0{,}85 + 2{,}184\times0{,}60 - (0{,}22\times0{,}20 + 0{,}045\times1{,}10)]_{S_1} + [2{,}32\times3{,}86 + 2{,}82\times3{,}61 + 3{,}32\times3{,}36 + 6{,}952\times3{,}11 + 0{,}045\times1{,}10]_{S_2} = 8{,}672 + 51{,}961 = 60{,}633 \text{ (саж.)}^3$$

Моментъ вѣса устоя:

$$M_1 = S_1 d_1 + S_2 d_2 = 8{,}672\times1300 + 51{,}961\times1000 = 11274 + 51961 = 63235 \text{ пуд.-саж.}$$

Плечо момента вѣса относительно ребра A:

$$p_A = \frac{M_1}{p} = \frac{63235}{26533} = 2{,}383 \text{ саж.}$$

Распоръ земли на одну пог. саж.

$E = \Psi\gamma h^2$, гдѣ при $\varphi = 38^0$:

$$\Psi = {}^1/_2 tg^2\Big(45^0 - \frac{\varphi^0}{2}\Big) = 0{,}119.$$

Тогда при высотѣ насыпи $=4{,}82$ саж.:

$$E = 0{,}119\times1000\times4{,}82^2 = 2765 \text{ пуд.}$$

Плечо распора:

$$e = \frac{H}{3} = \frac{4{,}82}{3} = 1{,}667 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2 = E\times e = 2765\times1{,}667 = 4609 \text{ пуд.-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости:

а) противъ вращенія $m_1 = \frac{M_1}{M_2} = \frac{63235}{4609} = \infty 14.$

б) на скольженіе $m_2 = \frac{fp}{E} = \frac{0{,}7\times26533}{2765} = \infty 7.$

Для удовлетворенія условія прохожденія равнодѣйствующей R силъ распора земли и вѣса устоя чрезъ среднюю треть основанія AB, необходимо, чтобы разстояніе x было болѣе $\frac{AB}{3} = \frac{5{,}02}{3} = 1{,}67$ саж.

Изъ чертежа имѣемъ:

$$x = 2{,}383 - etgx = 2{,}383 - 1{,}667\times\frac{2765}{26533} = 2{,}21 > 1{,}67 \text{ саж.}$$

Давленіе на каменную кладку и грунтъ.

Давленіе на кладку въ плоскости AB составится изъ:

1) вѣса пролетной части и подвижной нагрузки:

$$\frac{2353}{2} + \frac{437}{2} + 3050 = 4445 \text{ пуд.}$$

2) вѣса устоя до плоскости AB:

$$26533\times2{,}20 = 58372 \text{ пуд.}$$

Всего . . 62817 пуд.

Давленіе это передается на площадь:

$$5{,}02\times2{,}20\times84^2 = 77898 \text{ кв. дм.}$$

съ силою:

$$\frac{62817}{77898} = 0{,}80 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Давленіе на грунтъ получается изъ:

1) Предыдущаго . . . . . 62817 пуд.

2) Вѣса остальной кладки $5{,}22\times2{,}40\times1{,}00\times1300 = 16286$ „

Всего . . . . 79103 пуд.

Площадь основанія:

$$2{,}4\times5{,}22\times84^2 = 88397 \text{ кв. дм.}$$

Давленіе на одинъ кв. дм. основанія:

$$\frac{79103}{88397} = \infty 0{,}90 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Сардаровъ.*

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

Проектъ пролетной части для мостовъ №№ 5 и 6, отверстіемъ 2,30 саж., на 448 вер., на пристани въ городѣ Камышинѣ,—одобренъ къ исполненію. Октября 9 дня 1894 года.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

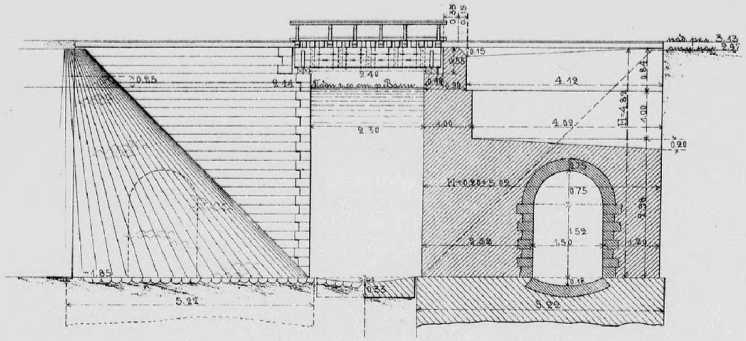
*Проектъ же опоръ для моста № 5 при высотѣ $h = 4{,}82$ с.—оставленъ безъ утвержденія *).*

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

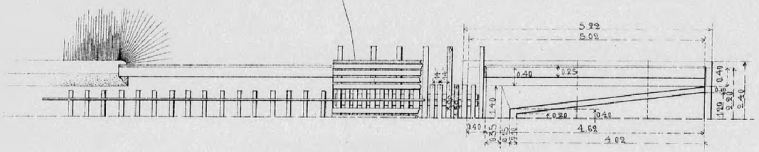
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

*) **Примѣчаніе.** *Проектъ опоръ для моста № 5 измѣненъ. См. далѣе дополнительную записку стр. 9 и 10 и текстъ утвержденія проекта отъ 26 Октября 1894 года.*

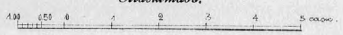
Общій видъ моста № 5
чрезъ оврагъ на пристани въ г. Камышинѣ,
утвержденный Г. Инспекторомъ 26 Октября 1894 г.



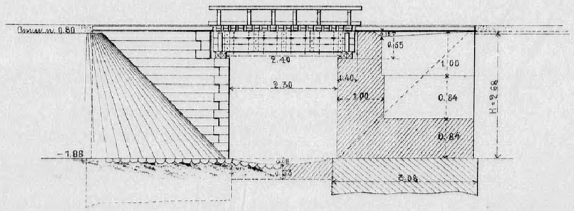
Планъ.



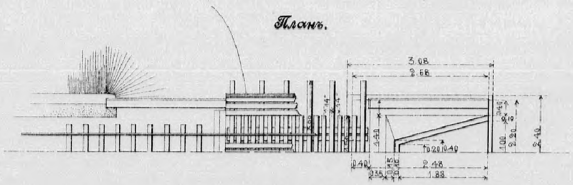
Масштабъ.



Общій видъ моста № 6
чрезъ оврагъ на пристани въ г. Камышинѣ на затопляемомъ пути,
утвержденный Г. Инспекторомъ 18 Октября 1894 г.



Планъ.



Масштабъ.

На подлинномъ написано:
Къ утвержденному проекту. Октября 26 дня 1894 г. (Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Размѣры свода въ устояхъ моста № 5 чрезъ оврагъ на пристани въ г. Камышинѣ, 448 вер., пик. 37+10.

Основаніемъ для опредѣленія толщины свода въ ключѣ служили слѣдующія формулы *Кавена:*

$$C_{h_1} = (0{,}75 + 0{,}0317l)\sqrt{1 + {}^1/_{16}h_1} \text{ — въ футахъ} \quad \ldots\ldots \quad \text{(I)}$$

$$\text{и } C_1 = C_{h_1}\left(1 + \frac{4 - C_{h_1}}{6}\right) \text{ — въ футахъ} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{(II)},$$

гдѣ буквы имѣютъ слѣдующія значенія:

C_{h_1}—толщина свода изъ тесоваго камня въ ключѣ;

$h_1 = 17{,}5$ ф.—высота насыпи надъ ключемъ;

$l = 10{,}5$ ф.—отверстіе свода;

C_1—толщина кирпичнаго свода въ ключѣ.

Подставляя эти данныя въ (I) и (II)—получимъ:

толщину свода въ ключѣ:

$$C_{h_1} = (0{,}75 + 0{,}0317 \times 10{,}5)\sqrt{1 + {}^1/_{16} \times 17{,}5} = 1{,}57 \text{ ф.} = 0{,}22 \text{ саж.}$$

$$C_1 = 1{,}57\left(1 + \frac{4 - 1{,}57}{6}\right) = 2{,}206 \text{ ф.} = 0{,}31 \text{ саж.}$$

Принятыя величины:

$C_{h_1} = 0{,}25$ саж. и $C_1 = 2^1/_2$ кирпича.

Для опредѣленія толщины устоя въ плоскости пятъ свода послужитъ формула *Кавена:*

$$e = \left(0{,}295 + 0{,}06\frac{l}{f + \frac{C_{h_1}}{2}} + 0{,}0635h\right)\sqrt{l} + 0{,}0265(h + f + C_{h_1})\sqrt{h_1}$$

въ саженяхъ . . . . . (III),

гдѣ:

e—толщина устоя у пятъ свода,

$l = 1{,}50$ саж.—отверстіе свода,

$f = 0{,}75$ саж.—подъемъ свода,

$C_{h_1} = 0{,}25$ саж.—толщина свода въ ключѣ,

$h = 1{,}52$—высота устоя,

$h_1 = 2{,}5$ саж.—высота насыпи надъ ключемъ.

Подставляя эти данныя въ формулу (III), найдемъ толщину устоя у пятъ свода:

$$e=\left(0{,}295+0{,}06\times\frac{1{,}50}{0{,}75+\frac{0{,}25}{2}}+0{,}0635\times1{,}52\right)\sqrt{1{,}50}+0{,}0265\times$$
$$\times(1{,}52+0{,}75+0{,}25)\sqrt{2{,}50}=0{,}72 \text{ саж.},$$

что значительно менѣе принятой наименьшей толщины устоя — 1,20 саж.

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

Копія съ копіи.

На измѣненномъ проектѣ моста написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію, Октября 26 дня 1894 года, съ тѣмъ, чтобы:

1) Родъ основанія опоръ и глубина его заложенія были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойства грунта;

2) Чтобы подошва лотка, въ отверстіи сооруженія, на ширину 0,40 саж., считая отъ входа и выхода, была заложена на одной отмѣткѣ съ подошвою основанія устоевъ;

3) Каменная кладка опоръ моста и лотка была произведена на цементномъ растворѣ, причемъ пропорція песка къ цементу не должна превосходить отношенія 3:1—; и

4) Перила, проектируемыя на пролетной части моста, были продолжены и на устояхъ моста.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно:
Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Копія съ копіи.

На подлинномъ написано:

Къ утвержденному проекту опоръ моста № 6, на 448 верстѣ, пикетъ № 37+10 с. на пристани въ г. Камышинѣ.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

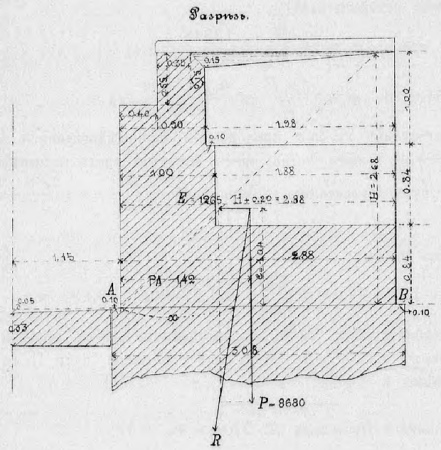
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту устоевъ моста № 6 чрезъ первый оврагъ, на затопляемомъ пути, на пристани въ г. Камышинѣ,—448 вер., пик. 37+10.

Повѣрка устойчивости устоя на вращеніе около ребра A и на скольженіе въ плоскости AB.



Площадь сѣченія до плоскости AB

$$\omega=\omega_1+\omega_2=(2{,}88\times0{,}84+1{,}00\times0{,}84+$$
$$+0{,}90\times1{,}00-0{,}40\times0{,}55)_{\omega_1}+$$
$$+(1{,}88\times0{,}84+1{,}98\times1{,}00)_{\omega_2}=$$
$$=(2{,}419+0{,}84+0{,}90-0{,}22)_{\omega_1}+$$
$$+(1{,}579+1{,}98)_{\omega_2}=3{,}939+$$
$$+3{,}559=7{,}498 \text{ кв. саж.}$$

Вѣсъ устоя на одну погонную сажень:

$$P=P_1+P_2=\omega_1 d_1+\omega_2 d_2=3{,}939\times$$
$$\times1300+3{,}559\times1000=5120{,}7+$$
$$+3559=8679{,}7 \text{ пуд.} \backsim 8680 \text{ пуд.}$$

Статическій моментъ сѣченія относительно A:

$$S=S_1+S_2=(2{,}419\times1{,}44+0{,}84\times$$
$$\times0{,}50+0{,}90\times0{,}45-0{,}22\times0{,}20)_{S_1}+$$
$$+(1{,}579\times1{,}94+1{,}98\times1{,}89)_{S_2}=$$
$$=4{,}264+6{,}805.$$

Моментъ вѣса устоя:

$$M_1=S_1d_1+S_2d_2=4{,}264\times1300+6{,}805\times1000=5543+6805=$$
$$=12348 \text{ пуд.-саж.}$$

Плечо момента вѣса относительно ребра A:

$$p_A=\frac{M_1}{P}=\frac{12348}{8680}=1{,}42 \text{ саж.}$$

Распоръ земли на одну погонную саж., при высотѣ насыпи $2,68 < 3,50$ саж.:

$$E = \Psi h(\gamma h + 2v), \text{ гдѣ при } \varphi^0 = 38^0,$$

коэффиціентъ $\Psi = {}^1/_2 tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi^0}{2}\right) = 0,119$;

h—высота насыпи $= 2,68$ саж.,

γ—вѣсъ куб. саж. земли $= 1000$ пуд.,

v—равномѣрно распредѣленная нагрузка на кв. саж. площади земляной призмы, замѣняющая дѣйствіе подвижной нагрузки $=$ $= 643$ пуд.

Подставляя численныя значенія въ формулу E, получимъ наибольшій горизонтальный распоръ на одну погон. саж.:

$$E = 0,119 \times 2,68(1000 \times 2,68 + 2 \times 643) = 1265 \text{ пуд.}$$

Плечо распора:

$$e = h\frac{\gamma h + 3v}{3\gamma h + 6v} = 2,68 \times \frac{1000 \times 2,68 + 3 \times 643}{3 \times 1000 \times 2,68 + 6 \times 643} = 1,04 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2 = E \times e = 1265 \times 1,04 = 1315 \text{ пуд.-саж.}$$

Коэффиціенты устойчивости:

а) противъ вращенія $m_1 = \frac{M_1}{M_2} = \frac{12348}{1315} = 9,4$;

б) на скольженіе $m_2 = \frac{f \times P}{E} = \frac{0,7 \times 8680}{1265} = 4,8$.

Для удовлетворенія условія прохожденія равнодѣйствующей R силъ распора земли и вѣса устоя чрезъ среднюю треть основанія AB необходимо, чтобы разстояніе x было болѣе $\frac{AB}{3} = \frac{2,68}{3} =$ $= 0,893$ саж.

Изъ чертежа имѣемъ:

$$x = 1,42 - e tg\alpha = 1,42 - 1,04 \times \frac{1265}{8680} = 1,27 \text{ саж.} > 0,893 \text{ саж.}$$

Верхнее строеніе моста № 6, на затопляемомъ пути, проектируется одинаковымъ съ мостомъ № 5, на спускномъ пути Камышинской пристани.

За Главнаго Инженера *В. Тимоѳеевъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

За Старшаго Инженера *А. Сардаровъ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ моста написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію, Октября 18 дня 1894 г., съ тѣмъ, чтобы:

1) Родъ основанія опоръ и глубина его заложенія были опредѣлены на мѣстѣ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта; и

2) Подошва лотка въ отверстіи моста, на ширину 0,40 саж. какъ со стороны входа, такъ и выхода, была заложена въ одной горизонтальной плоскости съ подошвою основанія устоевъ.

(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Съ копіей вѣрно:

Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту открытаго мостика

отв. 1,00 саж.

подъ 6 путей на ст. Ѣлецъ,

Лебедянь-Ѣлецкой линіи.

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Этотъ проектъ утверждаю съ тѣмъ, чтобы глубина заложенія подошвы фундамента устоевъ была опредѣлена въ зависимости отъ рода грунта, но во всякомъ случаѣ составляла не менѣе **одной сажени** *отъ поверхности таковаго. Августа 19 дня 1893 года № 874.*

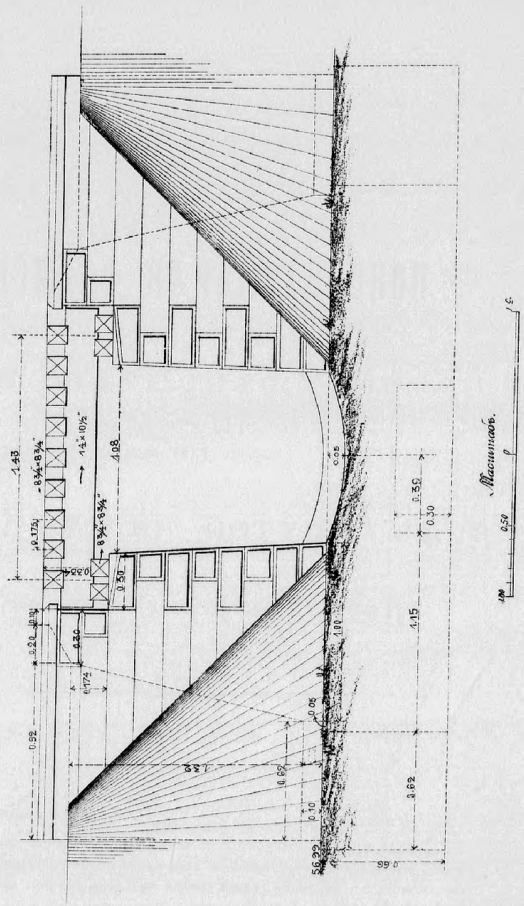
Подписалъ: И. об. Инспектора, Инженеръ В. Рубанъ.

Вѣрно: За Инспектора, Инженеръ Вербицкій.

Съ копіей вѣрно: Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Согласно отношенію Г. Инспектора отъ 9 Сентября 1893 г. № 945 по требованію Д-та ж. д. (№ 13051 отъ 3 Сентября 1893 г.) позади устоевъ, на глубинѣ ниже промерзанія грунта, долженъ быть устроенъ дренажъ для отвода изъ за устоевъ скопляющейся тамъ воды.

Саратовъ. Типо-литогр. П. О. Ивонитовы



Общій видъ открытаго мостика подъ 6 путей на ст. Елецъ.

На подлинномъ написано:

Къ проекту, утвержденному 19 Августа 1893 г. за № 874. Подписалъ: И. об. Инспектора, Инженеръ В. Рубанъ.

Вѣрно: За Инспектора, Инженеръ Вербицкій.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту открытаго мостика,

отв. 1,00 саж.

подъ 6 путей на ст. Елецъ,

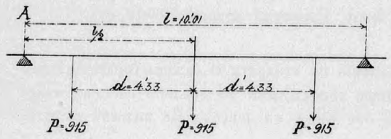
на пик. № 14+17 саж.

Прогоны. Расчетный пролетъ, считаемый между срединами опоръ, есть:

$$l=10{,}01 \text{ фута.}$$

Согласно цирк. Т. И. К. ж. д. отъ 5 Января 1884 г. за № 60, нагрузка состоитъ изъ осей паровоза по 15 тоннъ, или 915 пуд. на ось. Таковыхъ осей, при разстояніи между ними въ 4,33 фута, помѣщается три.

Невыгоднѣйшее положеніе подвижной нагрузки, обусловливающее наибольшій моментъ, наступаетъ при прохожденіи средняго груза надъ срединою пролета,



при чемъ:

$$max\,M_P=\frac{Al}{2}-Pd,$$

гдѣ:

A—сопротивленіе лѣвой опоры, и находится изъ уравненія статическихъ моментовъ внѣшнихъ силъ относительно правой опоры:

$$Al=3P\frac{l}{2}.$$

Такъ что:

$$max\,M_P=P(^3/_4 l-d)=915\left(\frac{3\times 10{,}01}{4}-4{,}33\right)=2906{,}95.$$

Постоянная нагрузка моста составляется изъ вѣса рельсовъ, поперечинъ и самихъ прогоновъ.

Вѣсъ двухъ рельсовъ (по 25 фун. въ пог. футѣ) составляетъ 50 фун. на погонный футъ моста, или 1,25 пуд. Вѣсъ 7-ми поперечинъ длиною 1,40 саж.= =9,80 футъ, сѣченіемъ $8^3/_4''\times 8^3/_4''$, при вѣсѣ куб. фута сосны въ 1,12 пуд., составляетъ:

$$7\times 9{,}80\times\frac{8^3/_4\times 8^3/_4}{144}\times 1{,}12=40{,}84 \text{ пуд.},$$

что соотвѣтствуетъ $\frac{40{,}84}{10{,}01}=4{,}08$ пуд. на пог. фут. моста.

Вѣсъ 4 прогоновъ на погонный футъ моста, при поперечномъ сѣченіи ихъ въ $10^1/_2''\times 14''$, есть:

$$4\times\frac{10^1/_2''\times 14''}{144}\times 1{,}12=4{,}57 \text{ пуд.}$$

Такимъ образомъ, постоянная нагрузка, которая принята за равномѣрно распредѣленную по пролету, составляетъ всего на пог. футъ моста:

Вѣсъ рельсовъ	1,25	пуд.
„ поперечинъ	4,08	„
„ прогоновъ	4,57	„
откуда . . .	$p=9{,}90$	пуд.,

а наибольшій, вызываемый ею изгибающій моментъ:

$$max M_p = \frac{pl^2}{8} = \frac{9{,}90 \times (10{,}01)^2}{8} = 124{,}00.$$

Наибольшій возможный моментъ:

$$max M = max M_P + max M_p = 2906{,}95 + 124{,}00 \cong 3031 \text{ пуд.-фут.}$$

Этому изгибающему моменту сопротивляются 4 прогона указаннаго выше сѣченія, при чемъ, моментъ сопротивленія ихъ:

$$W = 4 \times w = 4 \times \frac{10{,}5(14)^2}{6} = 4 \times 343 = 1372 \text{ (дм.)}^3$$

Наибольшее продольное напряженіе:

$$max N = \frac{max M}{W} = \frac{3031}{1372} = \backsim 2{,}21 \text{ пуд.} < R = 24 \text{ пуд.}$$

Устои. Повѣрка устойчивости и равномѣрности распредѣленія давленія на основаніе устоя произведена, принимая величину распора засыпанной земли за устоемъ по формулѣ *Гобена*:

$$E = \Psi h(\gamma h + 2v),$$

гдѣ:

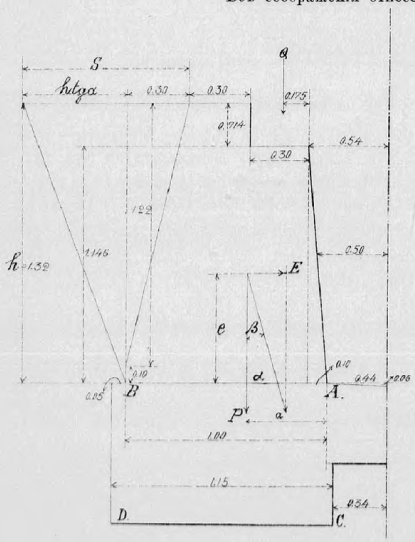
γ — есть вѣсъ кубической сажени земли, принятый равнымъ 1000 пуд.;

h — высота призмы обрушенія;

v — равномѣрно-распредѣленное давленіе на квадратную сажень горизонтальной поверхности земли, обусловленное вѣсомъ осей подвижного состава, могущими помѣститься на полотнѣ отъ устоя до пересѣченія полотна съ плоскостью обрушенія, а

Ψ — коэффиціентъ, равный 0,1355.

Всѣ соображенія отнесены къ одной погонной сажени ширины устоя.



Повѣрка устойчивости на опрокидываніе устоя вокругъ ребра A.

Часть устоя выше фундамента, т. е. выше плоскости AB имѣетъ высоту $h_1 = 1{,}32$ саж.

Плоскость обрушенія наклонена къ горизонту подъ угломъ α, опредѣляемомъ изъ условія, чтобы величина распора E была наибольшая, что имѣетъ мѣсто при углѣ α, удовлетворяющемъ уравненію:

$$\alpha = \frac{90 - \varphi}{2},$$

гдѣ:

φ — есть уголъ естественнаго откоса насыпного грунта, принятый равнымъ 35°, такъ что

$$\alpha = \frac{90 - 35}{2} = 27°30'.$$

При такой величинѣ угла α, длина S, на ко-

торой могутъ помѣститься грузы, оказывающіе вліяніе на величину распора, есть:

$$S = htg\alpha + 0{,}30 = 1{,}32 \times 0{,}52057 + 0{,}30 = 0{,}987 \text{ саж.} = 6{,}909 \text{ фут.},$$

на каковой длинѣ можетъ помѣститься 2 оси паровоза при взаимномъ разстояніи между ними въ 4,33 фута вѣсомъ по 763 пуд., такъ что, при ширинѣ полотна въ 2,40 саж., равномѣрно-распредѣленная нагрузка v на квадратную сажень полотна есть:

$$v = \frac{2 \times 763}{0{,}987 \times 2{,}40} = 644{,}44 \backsim 645 \text{ пуд.}$$

Величина E распора по вышеупомянутой формулѣ *Гобена* есть:

$$E_A = 0{,}1355 \times 1{,}32(1000 \times 1{,}32 + 2 \times 645) = 0{,}1789 \times 2610 =$$
$$= 466{,}93 \backsim 467 \text{ пуд.}$$

Величина плеча этого горизонтальнаго распора опредѣлена по формулѣ *Гобена*, а именно:

$$e_A = h\frac{\gamma h + 3v}{3(\gamma h + 2v)} = 1{,}32\,\frac{1000 \times 1{,}32 + 3 \times 645}{3(1000 \times 1{,}32 + 2 \times 645)} = 0{,}549 \text{ саж.}$$

Опрокидывающій моментъ, слѣдовательно, есть:

$$E_A e_A = 467 \times 0{,}549 = 256{,}38 \backsim 257 \text{ пуд.-саж.}$$

Моментъ, сопротивляющійся опрокидыванію, составляется изъ момента вѣса устоя, земляной засыпки за нимъ вмѣстѣ съ равномѣрной нагрузкой надъ засыпкой, вѣса пролетныхъ частей моста и временной нагрузки.

При повѣркѣ на опрокидываніе устоя относительно ребра A предположено, что подвижной составъ на пролетѣ моста отсутствуетъ, что служитъ въ пользу устойчивости, такъ какъ въ такомъ предположеніи устраняется одинъ изъ сопротивляющихся опрокидыванію моментовъ.

Статическій моментъ вѣса пролетныхъ частей моста отнесенъ къ погонной сажени передняго уступа устоя длиною 2,25 саж.

Такимъ образомъ, при собственномъ вѣсѣ моста:

$$p = 9{,}90 \text{ пуд. на пог. фут. и } v = 645 \text{ пуд.}$$

$$\Sigma_A = 1300\left(0{,}174 \times 0{,}60 \times 0{,}70 + 0{,}90 \times 1{,}146 \times 0{,}55 + \frac{0{,}10 \times 1{,}146}{2} \times \right.$$
$$\left. \times\ 0{,}067\right) - (1300 - 1000) \times \frac{0{,}30 \times 1{,}22}{2} \times 0{,}90 + \frac{9{,}90 \times 10{,}01}{2 \times 2{,}25} \times$$
$$\times 0{,}275 + 645 \times 0{,}30 \times 0{,}85 = 787{,}14 + 6{,}056 + 164{,}475 = 957{,}67 \backsim$$
$$\backsim 958 \text{ пуд.-саж.}$$

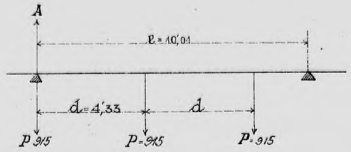
Коэффиціентъ устойчивости, слѣдовательно, есть:

$$m_1 = \frac{\Sigma_A}{E_A e_A} = \frac{958}{257} = 3{,}72.$$

Повѣрка равномѣрности распредѣленія давленія по плоскости AB.

Такъ какъ давленіе отъ подвижного состава отклоняетъ равнодѣйствующую отъ средины устоя къ ребру A, то, при повѣркѣ, это давленіе принято во вниманіе, т. е. предположено, что, одновременно съ невыгоднѣйшимъ расположеніемъ подвижного состава за устоемъ, осуществляется и наибольшее давленіе на опорѣ *).

*) *Примѣчаніе.* Указанная комбинація въ дѣйствительности не можетъ имѣть мѣста, имѣя въ виду схему нормальнаго подвижного состава. Такимъ образомъ, принятое допущеніе служитъ въ пользу равномѣрности распредѣленія давленія.



Давленіе это достигаетъ наибольшей величины, когда первое колесо паровоза становится надъ опорой и имѣетъ величину, опредѣляемую изъ сравненія статическихъ моментовъ силъ относительно правой опоры, а именно:

$$maxA = \frac{3P(l-d)}{l} = 3 \times 915 \frac{(10,01-4,33)}{10,01} =$$
$$= 1556,42 \backsim 1557 \text{ пуд.}$$

На погонную сажень ширины устоя статическій моментъ относительно ребра A есть:

$$\sigma_A = \frac{maxA}{2,25} \times 0,275 = \frac{1557}{2,25} \times 0,275 = 692 \times 0,275 = 190,30.$$

Моментъ же всѣхъ вертикальныхъ силъ есть:

$$\Sigma_A = \Sigma'_A + \sigma_A = 957,67 + 190,30 = 1147,97 \backsim 1148.$$

А равнодѣйствующая вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на плоскость AB, есть:

$$P_A = 1300\left(0,174 \times 0,60 + 0,90 \times 1,146 + \frac{0,10 \times 1,146}{2}\right) - (1300 - 1000) \times$$
$$\times \frac{0,30 \times 1,22}{2} + \frac{9,90 \times 10,01}{2 \times 2,25} + 645 \times 0,30 + \frac{1557}{2,25} = 1496,13 + 22,022 +$$
$$+ 193,50 + 692 = 2403,65 \backsim 2404 \text{ пуд.}$$

Плечо момента равнодѣйствующей относительно ребра A есть:

$$a_A = \frac{\Sigma_A}{P_A} = \frac{1148}{2404} = 0,477 \text{ саж.}$$

Разстояніе точки пересѣченія равнодѣйствующей R изъ всѣхъ внѣшнихъ силъ, дѣйствующихъ на устой, съ основаніемъ AB отъ равнодѣйствующей вертикальныхъ силъ опредѣляется изъ геометрическихъ соотношеній, а именно:

$$x_A = e tg\beta = e_A \frac{E_A}{P_A} = 0,549 \times \frac{467}{2404} = 0,106 \text{ саж.},$$

такъ что равнодѣйствующая всѣхъ внѣшнихъ силъ, дѣйствующихъ на устой, проходитъ на разстояніи k_A отъ ребра A, опредѣляемомъ изъ соотношенія:

$$k_A = a_A - x_A = 0,477 - 0,106 = 0,371 \text{ саж.},$$

что больше одной трети основанія AB, т. е. $\frac{1,00}{3} = 0,333$. Слѣдовательно, равнодѣйствующая всѣхъ силъ проходитъ въ средней трети основанія устоя, что обусловливаетъ достаточную равномѣрность давленія на фундаментъ.

Величина этого давленія, полагая его распредѣленнымъ равномѣрно по основанію, составляетъ на квадр. дюймъ:

$$p_A = \frac{P_A}{1 \times 1 \times 7056} = \frac{2404}{7056} = 0,34 \text{ пуд.},$$

что гораздо менѣе допускаемаго.

Точно также совершена повѣрка устойчивости около ребра C и равномѣрности распредѣленія давленія фундамента съ устоемъ на грунтъ по плоскости CD.

Повѣрка устойчивости устоя противъ вращенія вокругъ ребра C.

Высота земли, производящая распоръ на устой, есть $h_2 = 1,98$ саж., такъ что длина S_2, на которой могутъ расположиться оси паровоза за устоемъ:

$$S_2 = h_2 tg\alpha + 0,35 = 1,98 \times 0,52057 + 0,35 = 1,38 \text{ саж.} = 9,66 \text{ фут.},$$

на каковой длинѣ помѣщается три оси паровоза, такъ что равномѣрно-распредѣленное давленіе за устоемъ имѣетъ величину:

$$v_2 = \frac{3 \times 763}{1,38 \times 2,40} = 691,1 \backsim 692 \text{ пуд.},$$

и, слѣдовательно, распоръ земли, по *Гобену:*

$$E_C = \Psi h_2(\gamma h_2 + 2v_2) = 0,1355 \times 1,98 \times (1000 \times 1,98 + 2 \times 692) =$$
$$= 902,56 \backsim 903 \text{ пуд.},$$

а плечо его:

$$e_C = h_2 \frac{\gamma h_2 + 3v_2}{3(\gamma h_2 + 2v_2)} = 1,98 \frac{1000 \times 1,98 + 3 \times 692}{3(1000 \times 1,98 + 2 \times 692)} = 0,7959 \backsim 0,796 \text{ саж.}$$

Такимъ образомъ, опрокидывающій моментъ:

$$E_C e_C = 903 \times 0,796 = 718,79 \backsim 719 \text{ пуд.-саж.}$$

Этому опрокидыванію сопротивляется устой и фундаментъ своими вѣсами, также какъ и засыпка за устоемъ съ находящейся на ней равномѣрной нагрузкой, давленіе отъ пролетныхъ частей моста и подвижного груза, если онъ находится на мосту, и противораспоръ земли на переднюю грань фундамента. Послѣдній исчисленъ въ предположеніи, что фундаментъ ограниченъ спереди вертикальной плоскостью и по всей своей высотѣ соприкасается съ грунтомъ *). Величина этого противораспора вычислена по формулѣ *Гобена*, полагая въ ней.

$$v = 0 \text{ и высоту } h_3 = 0,66,$$

такъ что противораспоръ:

$$E'_C = \Psi \gamma h_3^2 = 0,1355 \times 1000 \times (0,66)^2 = 59,023 \backsim 59 \text{ пуд.},$$

а плечо его:

$$e'_C = \frac{h_3}{3} = \frac{0,66}{3} = 0,22;$$

слѣдовательно, сопротивляющійся опрокидыванію моментъ противораспора:

$$E'_C e'_C = 59 \times 0,22 = 12,98 \backsim 13 \text{ пуд.-саж.}$$

Равнодѣйствующій опрокидывающій моментъ силъ горизонтальныхъ, т. е. распора и противораспора, какъ алгебраическая сумма ихъ, есть:

$$Ee = E_C e_C - E'_C e'_C = 719 - 13 = 706 \text{ пуд.-саж.},$$

при чемъ:

$$E = E_C - E'_C = 903 - 59 = 844 \text{ пуд.};$$

а плечо:

$$e = \frac{Ee}{E} = \frac{706}{844} = 0,836 \text{ саж.}$$

---

*) *Примѣчаніе.* Такимъ образомъ, совершенно не принято во вниманіе сопротивленіе кладки лотка перемѣщенію устоя, ни большій удѣльный вѣсъ ея, что служитъ въ пользу устойчивости устоя. Послѣдняя увеличивается также въ случаѣ нахожденія воды надъ лоткомъ.

На основаніи вышеизложенныхъ соображеній при повѣркѣ устоя на опрокидываніе, подвижной составъ предположенъ отсутствующимъ, такъ что сопротивляющійся опрокидыванію моментъ вертикальныхъ силъ относительно ребра C есть:

$$\Sigma'_C = 1300\left(0{,}174\times0{,}60\times0{,}80+0{,}90\times1{,}146\times0{,}65+\frac{0{,}10\times1{,}146}{2}\times0{,}167\right)-$$
$$-(1300-1000)\frac{0{,}30\times1{,}22}{2}\times1{,}00+1000\times0{,}05\times1{,}32\times1{,}125+1300\times$$
$$\times1{,}15\times0{,}66\times0{,}575+\frac{9{,}90\times10{,}01}{2\times2{,}25}\times0{,}375+692\times0{,}35\times0{,}95=$$
$$=937{,}65+74{,}25+567{,}352+8{,}313+230{,}09=1817{,}655\backsim1818 \text{ пуд.-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости есть:

$$m_2=\frac{\Sigma'_C}{Ee}=\frac{1818}{706}=2{,}57.$$

Повѣрка раномѣрности распредѣленія давленія по плоскости CD.

Такъ какъ всякое увеличеніе давленія на опору отклоняетъ равнодѣйствующую къ ребру C, то, при повѣркѣ равномѣрности распредѣленія давленія по плоскости CD, допущено, что мостъ загруженъ подвижнымъ составомъ такимъ образомъ, что давленіе на опору достигаетъ наибольшей возможной величины, вычисленной выше и равной $maxA=1557$ пуд. *), или 692 пуда на погонную сажень ширины устоя.

Моментъ этого давленія относительно ребра C есть:

$$\sigma_C=692\times0{,}375=259{,}50 \text{ пуд.-саж.}$$

Моментъ всѣхъ вертикальныхъ силъ:

$$\Sigma_C=\Sigma'_C+\sigma_C=1817{,}65+259{,}50=2077{,}15\backsim2077 \text{ пуд.-саж.},$$

а сумма ихъ:

$$P_C=(P_A-v_1\times0{,}30)+v_2\times0{,}35+1000\times0{,}05\times1{,}32\times1300\times1{,}15\times0{,}66=$$
$$=(2403{,}65-193{,}50)+242{,}20+66{,}00+986{,}70=3505{,}05\backsim3505 \text{ пуд.},$$

такъ что плечо этого момента, или разстояніе a_C отъ равнодѣйствующей вертикальныхъ силъ до ребра C есть:

$$a_C=\frac{\Sigma_C}{P_C}=\frac{2077}{3505}=0{,}592 \text{ саж.},$$

а разстояніе точки пересѣченія равнодѣйствующей R всѣхъ силъ съ плоскостью CD отъ направленія равнодѣйствующей вертикальныхъ силъ, подобно предыдущему, находится изъ соотношенія:

$$x_C=e\frac{E}{P_C}=\frac{706}{3505}=0{,}201.$$

Такимъ образомъ, разстояніе равнодѣйствующей всѣхъ силъ отъ ребра C есть:

$$k_C=a_C-x_C=0{,}592-0{,}201=0{,}391 \text{ саж.},$$

что больше трети основанія, т. е. $\frac{1{,}15}{3}=0{,}383$ саж., а потому распредѣленіе давленія на грунтъ можно считать равномѣрнымъ.

Величина его на квадратный дюймъ есть:

$$p_C=\frac{P_C}{1\times1{,}15\times7056}=\frac{3505}{1{,}15\times7056}=0{,}43 \text{ пуд.},$$

что гораздо менѣе допускаемой.

Ввиду результатовъ произведенныхъ повѣрокъ, устой мостика можно считать удовлетворяющимъ требованіямъ прочности и устойчивости.

За Главнаго Инженера *П. Журданъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла, Инженеръ *Н. Ляпуновъ.*

За Старшаго Инженера *Д. Головнинъ.*

*) *Примѣчаніе.* Совпаденіе наибольшей нагрузки земли за устоемъ и наибольшаго давленія на опору не возможны въ дѣйствительности и потому расчетъ, произведенный въ этомъ предположеніи, даетъ запасъ равномѣрности распредѣленія давленія.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
желѣзной дороги.

На подлинной написано:
Къ проекту, утвержденному 19 Августа 1898 года за № 875. Подписалъ: И. об. Инспектора, Инженеръ В. Губанъ. Вѣрно: За Инспектора, Инженеръ Вербицкій.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КЪ ПРОЕКТУ ОТКРЫТАГО МОСТИКА

на 138 верстѣ

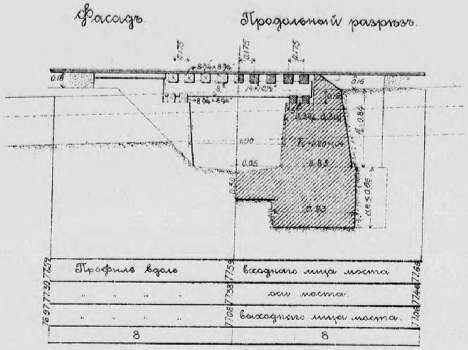
Лебедянь-Елецкой линіи.

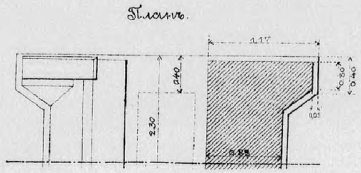
Примѣчаніе.

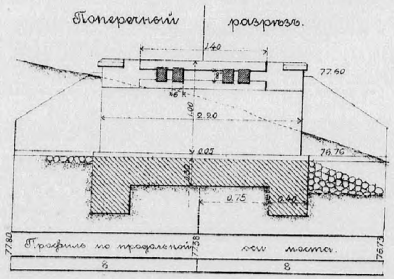
У этого мостика (на пик. № 520+44 саж.) устроена подпорная стѣнка отъ пик. № 520+26 до пик. № 520+33. (См. въ концѣ записки).

Тарасовъ типо-литог. П. О. Ефимовъ

Открытый мостикъ отъ 1,00 саж. (инж. № 520—44)
на 138 вер. Лебедянь-Елецкой линіи.







Масштабъ.

Согласно отношенію Г. Инспектора отъ 9 Сентября 1893 г. за № 945 по требованію Д-та ж. д. позади устоевъ, на глубинѣ ниже промерзанія грунта, долженъ быть устроенъ дренажъ для отвода изъ за устоевъ скопляющейся тамъ воды, а равно долженъ быть обезпеченъ отводъ воды изъ за подпорной стѣнки.

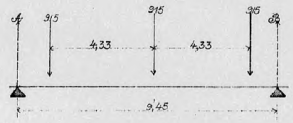
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту открытаго мостика,

на 138 верстѣ

Лебедянь-Елецкой линіи

Прогоны. Расчетный пролетъ (согласно проекту) 1,35 саж.=9,45 фут. Наибольшее количество грузовъ есть три оси паровоза по 915 пуд.



$$MaxM_P=\frac{Al}{2}-915\times4{,}33=915\left(\tfrac{3}{2}\times\frac{9{,}45}{2}-4{,}33\right)=$$
$$=915(7{,}087-4{,}33)=915\times2{,}75=2516{,}25 \text{ пуд.-фут.}$$

Собственный вѣсъ мостика съ проѣзжей частью составляется изъ вѣса двухъ рельсъ, по 25 фун. въ пог. футѣ, т. е. по 50 фун. или 1,25 пуд. на пог. футъ, 7-ми поперечинъ, длиною 1,40 саж.= =9,8 фут. и сѣченіемъ $8\frac{3}{4}''\times8\frac{3}{4}''$, т. е. 76,56 кв. дюйм. или 0,531 кв. фут., всего $9{,}8\times0{,}531=5{,}204$ куб. фут., вѣсомъ въ $5{,}204\times1{,}12=5{,}83$ пуд. каждая, а всего $5.83\times7=40{,}81$ пуд., т. е. на пог. футъ моста $\frac{40{,}81}{9{,}45}=4{,}31$ пуд. Вѣсъ 4-хъ прогоновъ на пог. футъ составляетъ $4\,\frac{10{,}5''\times14''}{144}\times1{,}12=4{,}57$ пуд. на пог. футъ моста.

Такъ что, постоянная нагрузка:

Вѣсъ рельсъ	. . . . .	1,25 пуд.
„ поперечинъ	. . . . .	4,31 „
„ прогоновъ	. . . . .	4,57 „
		10,13 пуд.

$$maxM_p=\frac{pl^2}{8}=\frac{10{,}13\times(9{,}45)^2}{8}=113{,}07 \text{ пуд.-фут.}$$

$$maxM=M_P+M_p=2516{,}25+113{,}07=2629{,}32 \text{ пуд.-фут.}$$

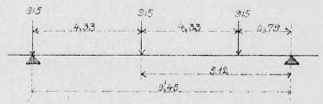
Моментъ сопротивленія 4-хъ прогоновъ есть:

$$W=4\times\frac{10,5\times(14)^2}{6}=4\times343=1372\ (\text{дм.})^3$$

Наибольшее напряженіе:

$$maxN=\frac{maxM}{W}=\frac{2629}{1372}=1,98\ \text{пуд.}<R_2=24\ \text{пуд.}$$

Наибольшее давленіе отъ вѣса моста и подвижного состава:



есть:

$$maxV_Pl=915\{l+5,12+0,79\};$$

$$maxV_P=915\left(\frac{15,36}{9,45}\right)=1487,23\ \text{пуд.}$$

Половина собственнаго вѣса есть:

$$10,13\times\frac{9,45}{2}=47,86,$$

такъ что:

$$maxV=1487,23+47,86=1534,99\backsim1535\ \text{пуд.}$$

Наибольшее перерѣзывающее напряженіе есть:

$$maxT=\frac{maxV}{4W}=\frac{1535}{4\times147}=2,61\ \text{пуд.}<R_3=4\ \text{пуд.}$$

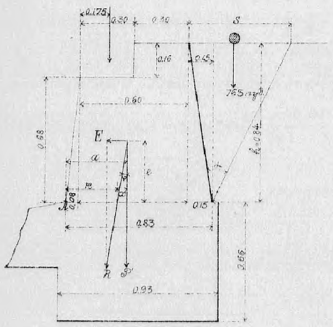
Устои.

Устойчивость устоя.

$$S=htg\alpha+0,15;$$

$$\alpha=\frac{90^0-35^0}{2}=27^0 30'.$$

$$S=0,84\times0,5206+0,15=0,437+0,15=$$
$$=0,587\ \text{саж.},$$



на каковой длинѣ можетъ расположиться только 1 ось паровоза въ 763 пуд., что, при ширинѣ полотна въ 2,40 саж., обусловливаетъ равномѣрное давленіе:

$$v=\frac{763}{S+2,40}=\frac{763}{0,587\times2,40}=541\ \text{пуд. на кв. саж.}$$

Распоръ E земли на пог. саж. ширины устоя по *Гобену:*

$$E=\Psi h(\gamma h+2v)=0,1355\times0,84(840+2\times$$
$$\times541)=207\ \text{пуд.};$$

$$\text{плечо } e=h\frac{\gamma h+3v}{3(\gamma h+2v)}=0,84\times\frac{1000\times0,84+3\times541}{3(0,84\times1000+2\times541)}=$$
$$=0,358\ \text{саж.}$$

Моментъ $Ee=207\times0,358=74,11\backsim74$ пуд.-фут.

Нагрузку отъ $maxV$ можно считать равномѣрно распредѣленной по ширинѣ устоя, такъ что на погонную единицу ширины устоя давленіе:

$$P=\frac{1535}{2,40}=639,58\backsim640\ \text{пуд.}$$

Статическій моментъ около ребра A:

$$\Sigma=1300\left\{0,160\times0,30\times0,53+0,60\times0,68\times0,38+\frac{0,15\times0,84}{2}\times\right.$$
$$\left.\times0,73+\frac{0,08\times0,68}{2}\times0,033\right\}+1000\times\frac{0,15\times0,84}{2}\times0,78+$$
$$+640\times0,255=465\ \text{пуд.-саж.}$$

Сумма вертикальныхъ силъ:

$$P'=1300\left\{0,160\times0,30+0,60\times0,68+\frac{0,15\times0,84}{2}+\frac{0,08\times0,68}{2}\right\}+$$
$$+1000\times\frac{0,15\times0,84}{2}+640=1414\ \text{пуд.}$$

Коэффиціентъ устойчивости:

$$m=\frac{\Sigma}{Ee}=\frac{465-640\times0,255}{74}=2,20.$$

Плечо силы P:

$$a=\frac{\Sigma}{P'}=\frac{465}{1414}=0,33\ \text{саж.}$$

Разстояніе x отъ направленія силы P' до пересѣченія съ равнодѣйствующей R:

$$x=etg\varphi=e\frac{E}{P'}=0,358\frac{207}{1414}=0,05.$$

Разстояніе k отъ A до равнодѣйствующей R:

$$k=a-x=0,33-0,05=0,28\ \text{саж.},$$

что больше трети основанія b, именно:

$$\frac{1}{3}b=\frac{0,83}{3}=0,27\ \text{саж.}$$

Слѣдовательно, равнодѣйствующая внѣшнихъ силъ на устой проходитъ въ средней трети.

Подлинную подписали:

За Главнаго Инженера *П. Журданъ.*

За Начальника Техническаго Отдѣла,
Инженеръ *Н. Лянуновъ.*

За Старшаго Инженера *Д. Головнинъ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Этотъ проектъ утверждаю съ тѣмъ, чтобы:

а)—глубина заложенія подошвы фундаментовъ устоевъ и подпорной стѣнки была опредѣлена въ зависимости отъ рода грунта и глубины его промерзанія, но **для устоевъ**, *во всякомъ случаѣ была не менѣе* **одной сажени** *отъ поверхности грунта, и*

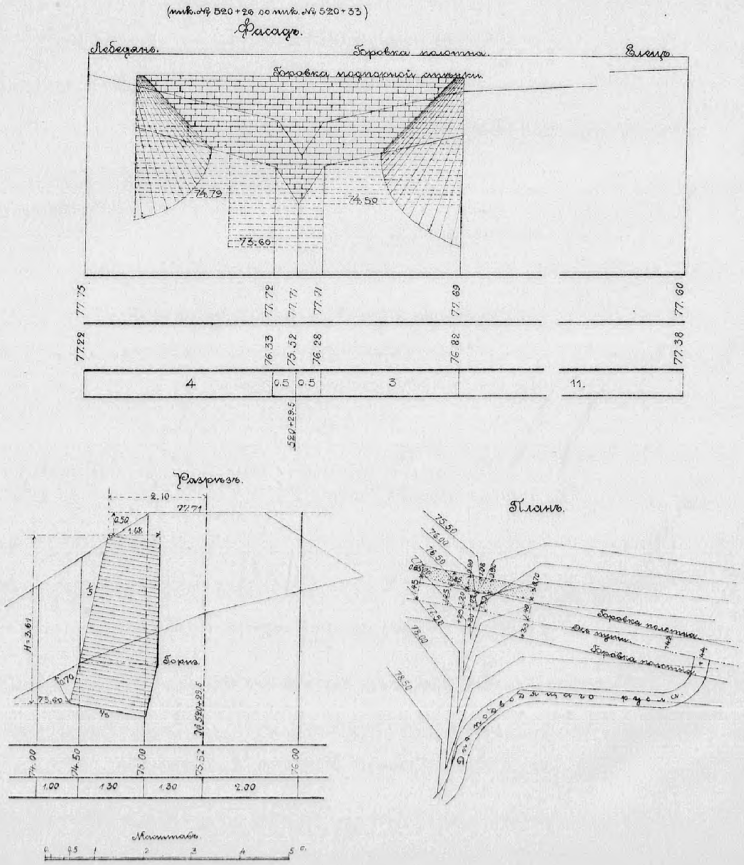
б)—подводящее русло въ мѣстѣ сопряженія его съ оврагомъ было надлежащимъ образомъ укрѣплено, а конуса мостика были ограждены съ верховой, а въ случаѣ требованія Инспекціи, и съ низовой стороны струенаправляющими дамбами съ соотвѣтственнымъ укрѣпленіемъ оныхъ. Августа 19 дня 1893 года № 875.

Подписалъ: И. об. Инспектора, Инженеръ В. Рубинъ.

Вѣрно: За Инспектора, Инженеръ Вербицкій.

Съ копіей вѣрно:

Завѣдующій Чертежною К. Гильманъ.



На подлинномъ написано:
Къ утвержденному проекту. Марта 30 дня 1894 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

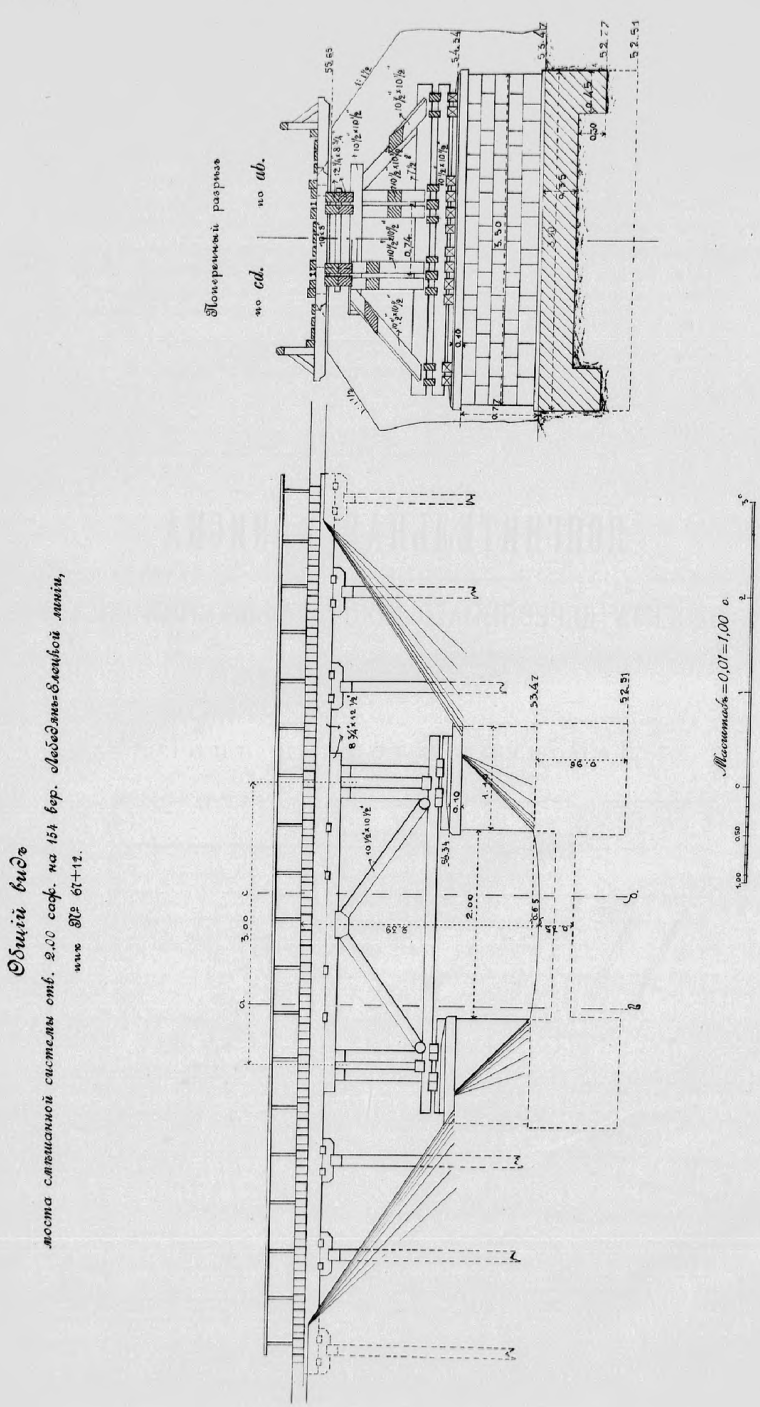
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КЪ ПРОЕКТУ ДЕРЕВЯННАГО МОСТА СМѢШАННОЙ СИСТЕМЫ,

на 154 вер., пик. № 67+12,

Лебедянь-Елецкой линіи.

Мценскъ типо-литогр. П. С. Ивскрытова.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту деревяннаго моста смѣшанной системы,

на 154 вер., пик. №. 67+12,

Лебедянь-Елецкой линіи.

Согласно расчету отверстія, утвержденному отъ 14 Мая 1893 г. № 677, чрезъ оврагъ на 154 вер., пик. № 67+12, принятъ мостъ отверстіемъ въ 2,00 саж., съ каменнымъ лоткомъ, вслѣдствіе необходимости при значительномъ уклонѣ оврага 0,0499 допустить скорость подъ мостомъ по дну до 14'.

Вслѣдствіе этого, вышеупомянутый мостъ проектированъ по утвержденному согласно журналу Инженернаго Совѣта, отъ 7 и 14 Октября 1892 года № 48,—типу мостовъ смѣшанной системы, отверстіемъ въ 2,00 саж. Означенный типъ выработанъ, между прочимъ, для тѣхъ случаевъ, когда приходится примѣнять каменный лотокъ, съ деревянной надстройкой, типъ дающій значительную экономію сравнительно съ трубой и открытымъ мостомъ при болѣе или менѣе значительныхъ насыпяхъ. Конструкція верхней деревянной надстройки этого типа требуетъ, чтобы отъ бровки полотна до низа продольной схватки въ 3,00 саж. пролетахъ было не менѣе 1,63 саж. *) для того, чтобы тангенсъ угла наклоненія подкосовъ къ горизонту былъ не менѣе $^2/_3$, т. е., самый уголъ не менѣе 33°40'.

Между тѣмъ, для оврага на 154 вер. пик. № 67+12, при высотѣ насыпи $h=2{,}23$ саж. (1,91 саж.+0,32 саж. углубленіе) и высотѣ подпорнаго горизонта $H=0{,}42+0{,}12$ саж.$=0{,}54$ саж., условіе это не можетъ быть выполнено.

Дѣйствительно при разстояніи отъ бровки полотна до лотка въ 2,23 саж., отъ низа продольной схватки до лотка остается 0,60 саж., тогда какъ требуется 0,42+0,50=0,92 саж.

Во избѣжаніе поднятія насыпи и увеличенія земляныхъ работъ проектировано незначительное измѣненіе конструкціи верхней деревянной надстройки; измѣненіе это заключается въ томъ, что: 1) разстояніе въ 3,00 саж. между осями опоръ (двойныхъ деревянныхъ стоекъ, поставленныхъ согласно типу) разбить подкосами на два расчетныхъ пролета, по 1,50 саж. каждый, вмѣсто трехъ по 1,00 саж.; 2) вмѣсто двойной,—одиночная система подкосовъ изъ брусьевъ сѣченіемъ 10",5×10",5, и 3) для удовлетворенія условіямъ прочности прогона въ виду увеличенія расчетнаго пролета подбалки на опорахъ въ среднемъ 3,00 саж. пролетѣ предполагается замѣнить сплошными брусьями, сѣченіемъ $12^1/_2'' \times 8^3/_4''$, перекрывающими все разстояніе въ 3,00 саж. между стойками.

*) Циркуляръ Главнаго Инженера по Техническому Отдѣлу, отъ 2 Іюля 1893 г. за № $^{2729}/_{5972}$.

Остальныя части моста: проѣзжая часть опоры, сопряженія съ насыпью и каменныя части остаются вполнѣ согласны съ вышеупомянутымъ утвержденнымъ типомъ.

Расчетъ частей моста.

А. Прогоны.

Въ виду различнаго расположенія стыковъ въ верхнихъ брусьяхъ, будемъ разсматривать прогонъ не какъ неразрѣзную балку о многихъ пролетахъ, а отдѣльно въ каждомъ пролетѣ, какъ балку свободно лежащую на двухъ опорахъ.

Такое предположеніе, очевидно, послужитъ въ пользу прочности.

Опредѣлимъ постоянную нагрузку на 1,00 пог. саж. пути:

1) Рельсы и скрѣпленія $2\times0{,}75\times7$ . . . . . = 10,50 пуд.

2) Настилъ:

a) доски $11\times\frac{10\times2^1/_2}{144}\times7\times1{,}12$ . . . . = 8,98 „

b) охранные брусья $2\times\frac{8\times6^1/_2}{144}\times7\times1{,}12$. = 5,66 „

c) доски при нихъ $4\times\frac{9\times4}{144}\times7\times1{,}12$ . . = 7,84 „

3)— a) перила $4\times\frac{6\times6}{144}\times7\times1{,}12$. . . . . = 7,84 „

b) стойки $2\times\frac{6\times6}{144}\times1{,}70\times1{,}12$ . . . . = 0,95 „

4) Поперечины:

a) короткія $4\times\frac{10\times8}{144}\times10{,}50\times1{,}12$ . . . = 26,13 „

b) длинныя $2\times\frac{10\times8}{144}\times21\times1{,}12$ . . . . = 26,14 „

5) Прогоны $8\times\frac{12^1/_2\times8^3/_4}{144}\times7\times1{,}12$. . . . . = 47,64 „

6) Болты, скобы и проч. . . . . = 5,32 „

Итого . . . 147,00 пуд.,

а на пог. фут. пути:

$$p=\frac{147}{7}=21 \text{ пуд.}$$

Временную нагрузку, соотвѣтствующую наибольшимъ величинамъ моментовъ близъ средины пролета, опредѣлимъ для пролета $l=1{,}50$ по интерполяціи, согласно даннымъ циркуляра Министерства Путей Сообщенія 1884 г. № 60, для

$$l=1{,}00 \text{ и } 2{,}00 \text{ саж.}$$

$$k=\frac{262+231}{2}=246{,}50 \text{ пуд. на пог. фут. пути.}$$

Наибольшій изгибающій моментъ будетъ по срединѣ пролета и опредѣлится по формулѣ:

$$Mmax=\frac{(p+k)l^2}{8}=\frac{267{,}50(126)^2}{96}=44238 \text{ пуд.-дм.}$$

Моментъ сопротивленія 8 прогоновъ сѣченіемъ $12^1/_2''\times8^3/_4''$ по срединѣ пролета будетъ:

$$W=\frac{8\times8^3/_4\times12^1/_2{}^2}{6}=1822{,}88 \text{ (дм.)}^3$$

Тогда наибольшее напряженіе матеріала сжатію и растяженію будетъ:

$$R=\frac{Mmax}{W}=24{,}27\ \frac{\text{пуд.}}{\text{(дм.)}^2}$$

При этомъ не принято во вниманіе вліяніе шпонокъ, которыя, во всякомъ случаѣ, послужатъ въ пользу прочности.

Вертикальная сила вблизи опоры будетъ:

$$v=\frac{267{,}5\times7\times1{,}50}{2}=1404 \text{ пуд.}$$

Разслаивающее напряженіе получимъ, полагая 5% на ослабленіе отъ врубокъ, по слѣдующей формулѣ:

$$R_3=\frac{21}{20}\times\frac{v}{8\times{}^2/_3\times\omega}=\frac{21\times1404}{20\times8\times{}^2/_3\times12^1/_2\times8^3/_4}=2{,}53\ \frac{\text{пуд.}}{\text{(дм.)}^2}$$

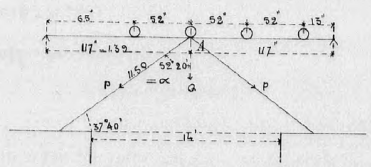
За расчетный пролетъ правильнѣе было бы принять половину разстоянія между осями крайнихъ стоекъ, что будетъ немного менѣе 1,50 саж., а именно:

$$l=\frac{3{,}00-0{,}22}{2}=1{,}39 \text{ саж.}$$

Въ этомъ случаѣ, наибольшее напряженіе въ прогонѣ:

$R=21$ пуду, вмѣсто 24 пуд.

В. Подкосы.



Постоянная нагрузка на узелъ будетъ вѣсъ проѣзжей части отъ пролета въ 1,50 саж., т. е. $p=21\times7\times1{,}50=221$ пудъ.

Временная нагрузка.

Наибольшая временная нагрузка въ пролетѣ 3 саж. = 252″ для узла A будетъ, когда одна изъ среднихъ осей станетъ надъ узломъ:

$$k=916\left(1+\frac{22+2\times74}{126}\right)=916\times\frac{296}{126}=2152 \text{ пуд.}$$

Полная наибольшая вертикальная сила въ узлѣ A будетъ:

$$Q=p+k=2373 \text{ пуд.}$$

Сила Q въ узлѣ A разложится на два слагающія усилія P, сжимающія подкосы сѣченіемъ $10'',5\times10'',5$ по четыре съ каждой стороны:

$$P=Q\times\frac{Sin\alpha}{Sin2\alpha}, \text{ гдѣ } \alpha=52^0 20'.$$

Тогда напряженіе матеріала подкосовъ будетъ:

$$R_2=\frac{Q}{4\omega}={}^1/_4\,\frac{2373}{110,25}\times0,818=4,40\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2};$$

а допускаемое прочное сопротивленіе сжатію для подкоса указанныхъ размѣровъ опредѣлится по формулѣ:

$$R_{2\,\text{доп.}}=\frac{24}{1+0,00016\,\dfrac{\omega l^2}{J}},$$

гдѣ: ω—площадь сѣченія подкоса . . . . . $=(10,5)^2$.

l—свободная длина . . . . . $=138$ дм.

J—моментъ инерціи . . . . . $=\frac{(10,5)^4}{12}(\text{дм.})^4$

Подставляя эти величины въ предыдущую формулу, получимъ допускаемое прочное сопротивленіе подкоса сжатію:

$$R_{2\,\text{доп.}}=18,05\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}>4,40\,\frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Остальныя части моста спроектированы вполнѣ согласно утвержденному типу смѣшанныхъ мостовъ отверстіемъ 2,00 саж., и потому расчету въ данномъ случаѣ не подлежатъ.

Исп. об. Главнаго Инженера *А. Юговичъ.*

И. д. Начальника Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Старшій Инженеръ *А. Никольскій.*

На проектѣ написано:
На подлинномъ написано:
Проектъ сей утвержденъ. Марта 30 дня 1894 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

ОБЩЕСТВО
РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКОЙ
желѣзной дороги.

На подлинномъ написано:
Къ утвержденному проекту шандорнаго мостика на 9 верстѣ, Пенза-Сердобской линіи. Сентября 28 дня 1895 года.
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.
Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

Текстъ утвержденія проекта см. въ концѣ записки.

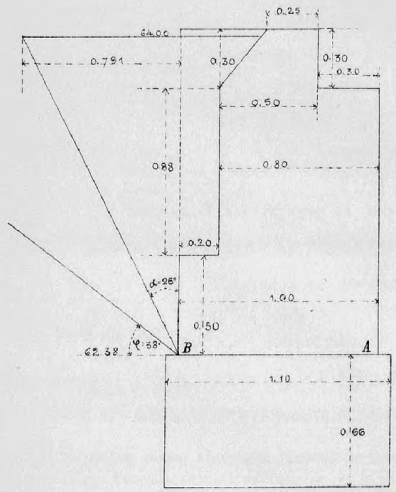
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

къ проекту шандорнаго моста,

на 9 верстѣ

Пенза-Сердобской линіи.

Повѣрка устойчивости устоевъ противъ вращенія и на скольженіе.



Устойчивость противъ вращенія и скольженія повѣряется относительно ребра A и плоскости AB.

Статическій моментъ сѣченія относительно ребра A:

$$S=0,25\times0,30\times0,425+\frac{0,25\times0,30\times0,63}{2}+$$
$$+0,80\times0,88\times0,40+1,00\times0,50\times0,50=$$
$$=0,0319+0,0236+0,2816+0,25=$$
$$=0,587 \text{ (саж.)}^3$$

Статическій моментъ площади засыпки:

$$S_1=\frac{0,30\times0,25\times0,73}{2}+0,20\times1,18\times0,90=$$
$$=0,0274+0,2124=0,240 \text{ (саж.)}^3$$

Моментъ вѣса одной погонной сажени кладки и засыпки передней стѣнки устоя относительно ребра A:

$$M_1=S\delta+S_1\delta_1.$$

δ —вѣсъ куб. саж. каменной кладки . . . . . $=1300$ пуд.

δ_1— „ „ „ земляной засыпки . . . . . $=1000$ пуд.

$M_1=0,587\times1300+0,240\times1000=763,10+240=1003,1$ пудо-саж.

Распоръ земли на устой найдемъ по формулѣ:

$$E=\Psi h(\delta_1 h+2v),$$

$$\text{гдѣ: } \Psi={}^1/_2\,tg^2\left(45^0-\frac{\varphi}{2}\right);$$

φ — уголъ естественнаго откоса земли съ горизонтомъ $=38^0$.

$$\Psi={}^1/_2\,tg^2\left(45^0-\frac{38^0}{2}\right)=0,119.$$

Чарковъ Типо-Литогр. П. В. Чернигова

h—высота насыпи = 1,62 саж.;

δ_1—вѣсъ куб. саж. = 1000 пуд.;

v —равномѣрно распредѣленная нагрузка на кв. саж. поверхности земляной призмы, замѣняющей дѣйствіе подвижной нагрузки.

v опредѣляется слѣдующимъ образомъ:

Распоръ земли на устой можетъ быть произведенъ призмой обрушенія, ограниченной угломъ обрушенія $\alpha = \frac{90^0 - \varphi}{2} = 26^0$.

Такъ что вліяніе на распоръ имѣетъ только нагрузка, помѣщенная на длинѣ:

$$d = h tg\alpha = 1,62 \times 0,488 = 0,791 \text{ саж.} = 5,537 \text{ фут.}$$

На протяженіи 5,537 ф. помѣщаются 2 колеса паровоза.

Такимъ образомъ нагрузка будетъ:

$$763 \times 2 = 1526 \text{ пудовъ.}$$

Нагрузка эта передается площади:

$$240 \times 0,791 = 1,898 \text{ кв. саж.}$$

Нагрузка на кв. саж. $\frac{1526}{1,898} = 804$ пуда.

Подставляя эти величины въ формулу для E имѣемъ:

$$E = 0,119 \times 1,62(1,62 \times 1000 + 2 \times 804) = 622,3 \text{ пуда.}$$

Плечо распора опредѣляется по формулѣ:

$$e = h \frac{h\delta_1 + 3v}{3h\delta_1 + 6v} = 1,62 \frac{1,62 \times 1000 + 3 \times 804}{3 \times 1,62 \times 1000 + 6 \times 804} = 0,6745 \text{ саж.}$$

Моментъ распора:

$$M_2 = E \times e = 622,3 \times 0,6745 = 419,74 \text{ пуд.-саж.}$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ вращенія около ребра A:

$$m = \frac{M_1}{M_2} = \frac{1003,1}{419,74} = 2,39.$$

Коэффиціентъ устойчивости противъ скольженія по плоскости AB:

$$m_1 = f \times \frac{P}{E}.$$

f—коэффиціентъ тренія камня по камню = 0,7;

P—вѣсъ каменной кладки и засыпки на пог. саж.

Площадь разрѣза устоя:

$$\Omega = \frac{0,25 + 0,50}{2} \times 0,30 + 0,80 \times 0,88 + 0,50 \times 1,00 = 0,1125 + 0,704 + 0,50 = 1,3165 \text{ кв. саж.}$$

Площадь земляной засыпки:

$$\Omega_1 = 0,20 \times 1,18 + 0,15 \times 0,25 = 0,2735 \text{ квадр. саж.}$$

$$P = \Omega \times 1300 + \Omega_1 \times 1000 = 1,3165 \times 1300 + 0,2735 \times 1000 = 1711,45 + 273,5 = \backsim 1985 \text{ пуд.}$$

$$m_1 = \frac{1985}{622,3} \times 0,7 = 2,23.$$

Опредѣленіе давленія на каменную кладку въ плоскости AB.

Давленіе это составляется изъ вѣса верхняго строенія, подвижной нагрузки и вѣса устоя въ плоскости AB.

Вѣсъ верхняго строенія $\frac{259}{4}$	= 64,75 пуд.
Временной подвижной нагрузки	1526,00 „
Вѣсъ каменной кладки и засыпки 1985 × 3,3	= 6550,50 „
Всего . .	8141,25 пуд.

Это давленіе передается на площадь:

$$\omega = 1,00 \times 3,30 = 3,30 \text{ кв. саж.} = 23284,8 \text{ кв. дм.}$$

Давленіе на квадр. дюймъ:

$$\frac{8141,3}{23284,8} = 0,35 < 3 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$$

Слѣдовательно, прокладного ряда не требуется.

Давленіе на грунтъ составляется изъ предыдущаго (8141,25 пуд.) и вѣса фундамента.

Давленіе на фундаментъ	8141,25 пуд.
Вѣсъ фундамента 1,10 × 3,40 × 0,66 × 1300 . .	3208,92 „
Вѣсъ засыпки 0,05 × 1,62 × 3,40 × 1000 . . .	275,40 „
Всего. .	11625,57 пуд.

Это давленіе передается на площадь:

$$1,10 \times 3,40 \times 84^2 = 26389 \text{ кв. дюйма,}$$

съ силой $0,44 \frac{\text{пуд.}}{(\text{дм.})^2}$.

Повѣрка прочнаго сопротивленія щитовъ напору воды.

Самый высокій горизонтъ рѣки Пензы . . . . . 63,69.

Отмѣтка дна русла подъ шандорнымъ мостикомъ . . . 62,38.

Откуда наибольшій возможный напоръ:

$$63,69 - 62,38 = 1,31 \text{ саж.}$$

Самому большему изгибу будетъ подверженъ низъ щитовъ.

Ширина щитовъ 0,625 саж.

Давленіе воды на высоту щита въ 1″:

$$P=\frac{0,625\times1,31\times593}{84}=5,78 \text{ пуд.},$$

гдѣ:

593—вѣсъ куб. саж. воды.

Изгибающій моментъ напора воды относительно средины щита:

$$M=\frac{Pl}{8};$$

$$l=0,625=52,5''; \quad M=\frac{5,78\times52,5}{8}=37,93 \text{ пуд.-дм.}$$

Моментъ сопротивленія полоски высотою въ 1″ при толщинѣ доски $1^3/_4$ вершк.=3 дм.:

$$M_1=\frac{3^2\times R}{6}=37,93 \text{ пудо-дюймамъ.}$$

Откуда:

$$R=\frac{37,93\times6}{9}=25,3 \text{ пуд.}<32 \text{ пуд.}$$

Опредѣленіе наибольшаго сопротивленія вытаскиванію щитовъ.

Площадь щита, подверженная напору:

$$s=0,625\times1,31=0,82 \text{ кв. саж.}$$

Средній напоръ на квадр. саж. площади $\frac{593\times1,31}{2}=$ $=388,42$ пуд.

и на площадь s:

$$P=0,82\times388,42=318,5 \text{ пуд.}$$

Сопротивленіе скольженію щитовъ:

$$P_1=fP;$$

f—коэффиціентъ тренія дерева по дереву, принимая $f=0,40$:

$$P_1=0,40\times318,5=127,4.$$

Вѣсъ щита съ желѣзной оковкой=13,60 пуд.

Сопротивленіе поднятію щитовъ:

$$127,4+13,6=141 \text{ пуд.}$$

Для подъема и опусканія щитовъ предполагается устроить винты длиною $10^1/_2$ футъ, діаметромъ $1^3/_4$″.

Опредѣленіе длины рукоятки ключа.

Для подъема щита нужно по окружности винта у каждой рукоятки приложить силу:

$$\frac{P}{2}=\frac{141}{2}=70,5 \text{ пуд.}$$

Допуская, что къ концу рукоятки ключа будетъ приложена сила:

$$P_1=1 \text{ пуд.},$$

будемъ имѣть:

$$P_1l=\frac{70,5\times40\times1,75}{2};$$

$$l=62 \text{ дм.}$$

Повѣрка сопротивленія винта на сжатіе при спусканіи щитовъ.

Дѣйствующее на винтъ усиліе:

$$2\times40\times62=4960 \text{ фун.-дм.}\backsim5000 \text{ фун.-дм.}$$

Прочное сопротивленіе сжатію по формулѣ Эйлера:

$$Q_1=4\pi^2\frac{EJ}{l^2}, \text{ гдѣ:}$$

$E=2000000$,

$J=0,0491d^4$,

$l=$ длина стержня$=10^1/_2$ фут.;

откуда $d=1,51$ дм., слѣдовательно, принятый діаметръ стержня въ $1^3/_4$ дм. вполнѣ удовлетворяетъ требованіямъ прочности.

Повѣрка сопротивленія перекладины подъ гайкой подъемнаго винта.

Пролетъ $l=0,625$ саж.$\backsim52,5''$.

Усиліе, изгибающее перекладину:

$$P=141 \text{ пуд.}$$

Сила приложена по срединѣ перекладины.

Изгибающій моментъ:

$$M=\frac{P}{2}\times\frac{l}{2}=\frac{141\times52,5}{2\times2}=1850,6 \text{ пуд.-дм.}\backsim1851 \text{ пуд.-дм.}$$

Моментъ прочнаго сопротивленія перекладины:

$$\frac{10,5\times10,5^2\times k}{6};$$

отсюда $k=\frac{1851\times6}{10,5^3}=9,6$ пуд.<32 пуд.

Главный Инженеръ *А. Юговичъ.*

Начальникъ Техническаго
Отдѣла, Инженеръ *Н. Ефимовичъ.*

Копія съ копіи.

На проектѣ написано:

На подлинномъ написано:

Проектъ сей одобренъ къ исполненію, Сентября 28 дня 1895 года, съ тѣмъ, чтобы родъ основанія опоръ и глубина его заложенія, были опредѣлены на мѣстѣ работъ, по соглашенію съ Инспекціею, въ зависимости отъ свойствъ грунта.

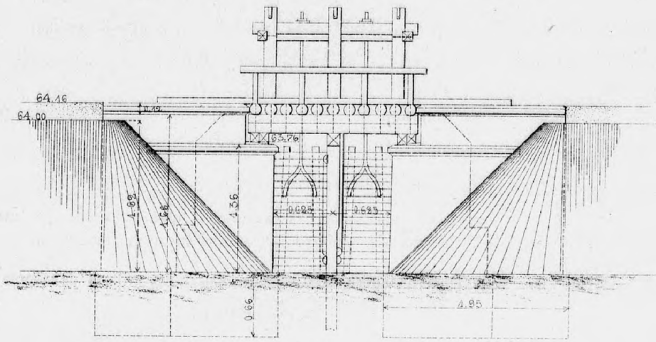
(Подписалъ) Инспекторъ Карновичъ.

Вѣрно: Инспекторъ Карновичъ.

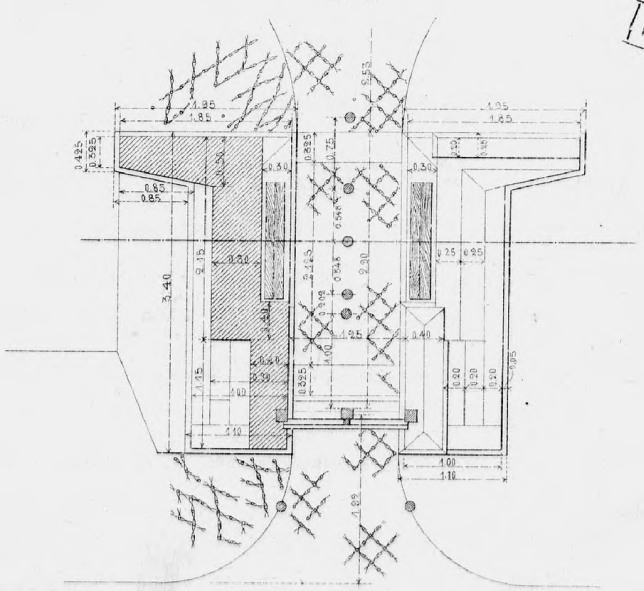
Съ копіей вѣрно:
Завѣдующій Чертежною Я. Гильманъ.

Общій видъ

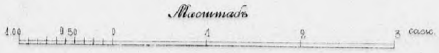
шандорнаго моста на 9 вер. Пенза-Сердобской линіи.



Планъ.



Масштабъ



ПОГАШЕНО